



**TUGAS AKHIR - RG141536**

**EVALUASI POTENSI BIOMASSA HUTAN  
BERDASARKAN NILAI INDEKS VEGETASI  
MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH  
(Studi Kasus : KPH Bojonegoro, Jawa Timur)**

**TITIK WIJAYANTI  
NRP 3511 100 005**

**Dosen Pembimbing  
Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***



FINAL PROJECT - RG141536

**EVALUATION OF POTENTIAL FOREST  
BIOMASS INDEX VALUES BASED ON  
VEGETATION USING REMOTE SENSING DATA  
(CASE STUDY: KPH Bojonegoro, East Java)**

TITIK WIJAYANTI  
NRP 3511 100 005

Supervisor  
Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

Geomatics Engineering Department  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute Of Technology  
Surabaya 2015

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***

**EVALUASI POTENSI BIOMASSA HUTAN  
BERDASARKAN NILAI INDEKS VEGETASI  
MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH  
(STUDI KASUS : KPH Bojonegoro, Jawa Timur)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**TITIK WIJAYANTI**  
NRP. 3511 100 005

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS.  
NIP 1953 0527 1983 03 1001

SURABAYA, JUNI 2015



**EVALUASI POTENSI BIOMASSA HUTAN  
BERDASARKAN NILAI INDEKS VEGETASI  
MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH  
(STUDI KASUS : KPH Bojonegoro,Jawa Timur)**

Nama Mahasiswa : TITIK WIJAYANTI  
NRP : 3511 100 005  
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo  
Sukojo,DEA, DESS

**Abstrak**

*Biomassa adalah bahan total organik yang dihasilkan oleh suatu tanaman yang dinyatakan dalam satuan ton berat kering persatuan luas (Brown,1997). Menurut Kementerian Kehutanan (2006), kerusakan hutan di Indonesia sudah mencapai kurang lebih 50% (59,62 juta ha) dan ini terus bertambah 2,8 juta ha/tahun. Hutan produksi yang ada di Kabupaten Bojonegoro sering mengalami pembalakan liar, kebakaran hutan, dan terkadang juga mengalami longsor sehingga jumlah pohon juga berkurang.*

*Pada penelitian ini dilakukan di area hutan produksi KPH Bojonegoro, dan dilakukan evaluasi potensi biomassa pada tahun 2012, tahun 2013 dan tahun 2014. Titik sampel di lapangan berjumlah 9 titik, yang mewakili kelas rapat, kelas sedang, dan kelas jarang berdasarkan NDVI, citra yang digunakan yaitu SPOT-4 dan Landsat-8.*

*Hasil dari penelitian ini yaitu pola persebaran nilai biomassa tinggi yang ada di KPH Bojonegoro dominan tersebar di Kecamatan Kedungadem, Sugihwaras, Temayang dan Kecamatan Bubulan. Dan nilai biomassa rendah terdapat pada Kecamatan Dander, Ngasem, dan Kecamatan Gondang.*

*Hubungan dari indeks vegetasi dengan biomassa di Lapangan yaitu berkorelasi positif dengan nilai r yaitu 0,9634.*

*Hasil potensi biomassa tahun 2012 adalah sebesar 203,874 ton/ha, pada tahun 2013 sebesar 242,493 ton/ha dan pada tahun 2014 menjadi 283,687 ton/ha. Total potensi biomassa hutan produksi KPH Bojonegoro berdasarkan luas hutan produksi pada tahun 2012 mencapai 10.008.623,18 ton, pada tahun 2013 menjadi 11.904.514,85 ton dan pada tahun 2014 sebesar 11.718.826,28 ton.*

***Kata Kunci : SPOT-4, Landsat-8, NDVI, Biomassa.***

**EVALUATION OF POTENTIAL FOREST  
BIOMASS INDEX VALUES BASED ON  
VEGETATION USING REMOTE SENSING DATA  
(CASE STUDY: KPH Bojonegoro, East Java)**

Name : TITIK WIJAYANTI  
NRP : 3511 100 005  
Department : Geomatics Engineering  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

***Abstract***

*Biomass is the total organic material produced by a plant expressed in tonnes of dry weight of broad unity (Brown, 1997). According to the Ministry of Forestry (2006), the destruction of forests in Indonesia has reached approximately 50% (59.62 million ha) and is growing 2.8 million ha/year. Forest production in Bojonegoro often have illegal logging, forest fires, and sometimes also experienced land slides that also reduced the number of trees.*

*In this study conducted in Bojonegoro KPH production forest area, and evaluated the potential of biomass in a year 2012, 2013 and 2014. Point Field sample totaled 9 points, which represent a class meeting, medium-class, and the classis rarely based NDVI, image used were SPOT-4 and Landsat-8.*

*Results from this research that the pattern of distribution of high-value biomass in Bojonegoro dominant KPH scattered in Kedungadem District, Sugihwaras District, Temayang District and Bubulan District. And low value biomass contained in the Dander District, Ngasem District, and Gondang District. The relationship of vegetation indices with biomass in the field that is positively correlated with the value of is 0.9634.*



*Biomass potential results in 2012 amounted to 203.874 tons/ha, in 2013 amounted to 242.493 tons/ha and in 2014 to 283.687 tonnes/ha. The total potential of forest biomass production KPH Bojonegoro based production forest area in 2012 reached 10,008,623.18 ton, in 2013 became 11,904,514.85 tons and in 2014 amounted to 11,718,826.28 ton.*

***Keywords: SPOT-4, Landsat-8, NDVI, Biomass.***

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Robbil Aalamiin*, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Potensi Biomassa Hutan Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi Menggunakan Data Penginderaan Jauh, Studi Kasus:KPH Bojonegoro, Jawa Timur”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, doa dan memberikan dorongan moril maupun materil kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan segala waktu, bantuan dan bimbingannya.
3. Dr. Ir. M. Taufik selaku Ketua Program Studi Teknik Geomatika ITS.
4. LAPAN, Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, KPH Bojonegoro dan BAPPEDA Kabupaten Bojonegoro yang telah memberikan bantuan data.
5. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan segala bantuan dan dukungan.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Geomatika 2011.

7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-*Nya* dan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Juni 2015  
Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Biomassa.....	7
2.2 Hutan.....	10
2.3 Penginderaan Jauh.....	12
2.3.1 Sistem Penginderaan Jauh.....	14
2.4 Pengolahan Citra Digital.....	18
2.4.1 Konversi <i>Digital Number</i> ke Reflektan.....	18
2.4.2 Koreksi Geometrik.....	19
2.4.3 Pemotongan Citra.....	20
2.4.4 Transformasi <i>NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index)</i> .....	20
2.5 SPOT-4.....	21
2.6 Landsat-8.....	22
2.7 Reflektan.....	24
2.8 Indeks Vegetasi.....	25
2.8.1 <i>NDVI (Normalized Difference vegetation Index)</i> .....	25
2.9 Analisis Korelasi.....	28
2.10 Uji F.....	29

2.11 Penelitian Terdahulu.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Data dan Peralatan.....	32
3.2.1 Data.....	32
3.2.2 Peralatan.....	32
3.3 Metodologi Penelitian.....	33
3.3.1 Tahap Penelitian.....	33
3.3.2 Pengambilan Data.....	35
3.4 Pengolahan Data.....	37
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	41
4.1 Hasil.....	41
4.1.1 Konversi <i>Digital Number</i> ke Reflektan.....	41
4.1.2 Pemotongan Citra.....	43
4.1.3 Koreksi Geometrik.....	44
4.1.4 Perhitungan <i>NDVI</i> .....	48
4.1.5 Persebaran Sampel berdasarkan nilai <i>NDVI</i> ....	54
4.2 Analisa.....	55
4.2.1 Hasil Penyusunan Persamaan <i>Allometrik</i> .....	55
4.2.2 Hasil Perhitungan Biomassa di Lapangan.....	61
4.2.3 Analisis Korelasi <i>NDVI</i> dengan Biomassa di Lapangan.....	63
4.2.4 Hasil Uji Distribusi Normal dan Uji <i>f</i> data Sampel.....	65
4.2.5 Hasil Perhitungan Biomassa Tahun 2012, 2013 dan 2014.....	67
4.2.6 Peta Persebaran Biomassa Tahun 2012,2013 dan 2014.....	69
4.2.7 Evaluasi Potensi Biomassa Atas Permukaan Hutan.....	70
4.2.8 Perubahan Pola Persebaran Biomassa di Lapangan.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77

5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Citra SPOT-4.....	23
Tabel 2.2 Parameter-parameter orbit satelit LDCM (Landsat-8).....	25
Tabel 2.3 Spesifikasi kanal-kanal spektral sensor pencitra a LDCM (Landsat-8)(yang diperlukan oleh - NASA/USGS).....	26
Tabel 2.4 Kisaran tingkat kerapatan <i>NDVI</i> .....	29
Tabel 4.1 <i>RMS Error</i> per titik citra SPOT 4 tahun 2012...	46
Tabel 4.2 <i>RMS Error</i> per titik citra Landsat 8 tahun 2013..	46
Tabel 4.3 <i>RMS Error</i> per titik citra Landsat 8 tahun 2014..	47
Tabel 4.4 tabel identifikasi nilai <i>NDVI</i> pada masing-masing titik.....	53
Tabel 4.5 Model persamaan allometrik pada setiap titik Sampel.....	58
Tabel 4.6 Hasil perhitungan biomassa pada masing-masing titik sampel.....	60
Tabel 4.7 identifikasi nilai <i>NDVI</i> dan Biomassa perplot Sampel.....	62
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Biomassa Berdasarkan Citra Dan pengukuran.....	63
Tabel 4.9 Perhitungan Uji Distribusi Normal.....	64
Tabel 4.10 rekapitulasi uji F pada <i>NDVI</i> rapat.....	64
Tabel 4.11 rekapitulasi uji F pada <i>NDVI</i> sedang.....	65
Tabel 4.12 rekapitulasi uji F pada <i>NDVI</i> jarang.....	65
Tabel 4.13 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2012,2013 Dan 2014.....	66
Tabel 4.14 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2012.....	69
Tabel 4.15 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2013.....	69
Tabel 4.16 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2014.....	70
Tabel 4.17 Total biomassa berdasarkan luas hutan produksi.....	71
Tabel 4.18 luas kelas biomassa pada tahun 2012.....	72
Tabel 4.19 luas kelas biomassa pada tahun 2013.....	72



Tabel 4.20 luas kelas biomassa pada tahun 2014.....	73
---	----

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran A    Perhitungan Strength Of Figure.
- Lampiran B    Dokumentasi Sampel Berdasarkan Kerapatan Vegetasi.
- Lampiran C    Data Diameter Setinggi Dada dan Tinggi Pohon Hutan Produksi KPH Bojonegoro dari Pengukuran Lapangan.
- Lampiran D    Peta Persebaran Biomassa KPH Bojonegoro Tahun 2012, 2013 dan 2014.

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh.....	15
Gambar 2.2 Spektrum Elektromagnetik.....	16
Gambar 2.3 Interaksi antara tenaga elektromagnetik dengan benda di permukaan bumi.....	16
Gambar 2.4 Perbedaan pengertian resolusi spasial, Resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal.....	18
Gambar 2.5 Reflektan.....	25
Gambar 2.1 (a) Pantulan satu arah (specular) (b) Pantulan menyebar (diffuse).....	25
Gambar 2.7 Ilustrasi perbandingan absorpsi dan reflektan vegetasi.....	
Gambar 3.1 Lokasi penelitian Kabupaten Bojonegoro.....	31
Gambar 3.2 Tahapan penelitian.....	33
Gambar 3.3 Tahapan pengolahan data.....	37
Gambar 4.1 (a) Konversi <i>DN</i> ke Reflektan Citra SPOT-4 2012, (b) Konversi <i>DN</i> ke Reflektan Citra Landsat-8 2013, (c) Konversi <i>DN</i> ke Reflektan Citra Landsat-8 2014.....	41
Gambar 4.2 (a) Cropping citra SPOT-4 2012, (b) Cropping citra Landsat-8 2013, (c) Cropping Citra Landsat-8 2014.....	42
Gambar 4.3 citra SPOT-4 tahun 2012 terkoreksi.....	44
Gambar 4.4 citra Landsat 8 tahun 2013 terkoreksi.....	45
Gambar 4.5 citra Landsat 8 tahun 2014 terkoreksi.....	45
Gambar 4.6 (a) hasil perhitungan <i>RMS Error</i> Citra SPOT-4 2012, (b) <i>RMS Error</i> citra Landsat 8 2013 (c) <i>RMS Error</i> citra Landsat 8 2014.....	45
Gambar 4.7 Desain jaring.....	47
Gambar 4.8 (a) hasil Perhitungan <i>NDVI</i> citra SPOT-4 2012, (b) hasil perhitungan <i>NDVI</i> citra Landsat-8 2013, (c) hasil perhitungan <i>NDVI</i> citra Landsat-8 2014.....	48

Gambar 4.9 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2012.....	50
Gambar 4.10 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2013.....	51
Gambar 4.11 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2014.....	51
Gambar 4.12 Peta persebaran pengambilan sampel berdasarkan nilai indeks vegetasi ( <i>NDVI</i> ).....	52
Gambar 4.13 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 1.....	54
Gambar 4.14 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 2.....	54
Gambar 4.15 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 3.....	55
Gambar 4.16 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 4.....	55
Gambar 4.17 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 5.....	56
Gambar 4.18 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 6.....	56
Gambar 4.19 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 7.....	57
Gambar 4.20 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 8.....	57
Gambar 4.21 kurva hasil persamaan <i>allometrik</i> pada Plot 9.....	58
Gambar 4.22 Hasil korelasi nilai <i>NDVI</i> dengan Biomassa .....	61
Gambar 4.23 Peta persebaran Biomassa tahun 2012.....	66
Gambar 4.24 Peta persebaran Biomassa tahun 2013.....	67
Gambar 4. 25 Peta persebaran Biomassa tahun 2014.....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LatarBelakang**

Biomassa adalah bahan total organik yang dihasilkan oleh suatu tanaman yang dinyatakan dalam satuan ton berat kering persatuan luas (Brown,1997). Dalam perkembangannya pengukuran biomassa mencakup seluruh biomassa yang hidup ada diatas dan di bawah permukaan. Biomassa diatas permukaan mencakup batang, tunggul, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon dan strata tumbuhan bawah di lantai hutan, sedangkan biomassa bawah permukaan mencakup semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup (Sutaryo, 2009). Pengertian biomassa timbul karena manusia berusaha menilai suatu lingkungan hidup yang memungkinkan hidupnya makhluk hidup dan menaksir pertumbuhannya dalam suatu ekosistem (Satoo dan Madgwick, 1982).

Hutan adalah seluruh lahan yang menunjang kelompok vegetasi yang didominasi oleh pohon segala ukuran, dieksploitasi ataupun tidak, dapat menghasilkan kayu atau lainnya, mempengaruhi iklim atau tata air atau memberikan tempat tinggal untuk binatang ternak dan suaka alam (Loetsch dan Haller, 1946). Hutan berperan penting dalam kelanjutan kehidupan makhluk hidup dan sebagai paru – paru dunia, Hutan merupakan tempat penyimpanan dan pengemisi karbon. Menurut Kementerian Kehutanan (2006), kerusakan hutan di Indonesia sudah mencapai kurang lebih 50% (59,62 juta ha) dan ini terus bertambah 2,8 juta ha/tahun.

Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Timur yang mempunyai Kawasan Hutan Produksi yang luas, pada tahun 2014 Luas hutan Kabupaten Bojonegoro sebesar 97.002,9 ha, yang terdiri dari beberapa kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) yaitu KPH Bojonegoro sebesar 50.145,4 ha, KPH Padangan sebesar 27.830,6 ha, KPH Parengan sebesar 2.763,3 ha, KPH Jatirogo sebesar 1.573,0 ha, KPH Ngawi sebesar 2.334,3 ha, KPH Saradan sebesar 7.992,8 ha, dan KPH Cepu sebesar 5.949,1 ha. Hutan Produksi yang ada di Kabupaten Bojonegoro sering mengalami Pembalakan liar, Kebakaran hutan, dan terkadang juga mengalami longsor sehingga jumlah pohon juga berkurang, hutan produksi mayoritas terdiri dari spesies pohon jati, spesies lain yaitu spesies pohon mahoni, dan berbagai spesies lain yang hidup di hutan produksi.

Pada penelitian ini hanya mencakup Kawasan hutan produksi Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Bojonegoro yang pada tahun 2014 mempunyai luas sebesar 41.309 ha.

Estimasi biomassa dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu modeling, pengukuran langsung di lapangan dan penginderaan jauh (Lu, 2006). Pengukuran langsung di lapangan dipertimbangkan lebih dapat dipercaya dan lebih teliti dibandingkan dua pendekatan lainnya. Namun, pendekatan ini memerlukan waktu lama, keterbatasan pengulangan unit contoh dan tidak mencakup areal vegetasi yang luas (de Gier, 2003). Maka untuk meneliti areal vegetasi yang luas maka pendekatan dengan penginderaan jauh lebih dipilih untuk mencakup area vegetasi yang luas.

Kandungan biomassa hutan sangat relevan dengan isu perubahan iklim serta berperan penting dalam siklus karbon. Sebagai konsekuensi jika terjadi pembalakan hutan, kebakaran hutan dan kerusakan hutan maka akan melepas dengan menambah jumlah karbon di atmosfer. Namun

kendala yang dihadapi saat ini adalah dalam halmemantau perkembangan Hutan secara cepat, akurat dan kontinu sehingga dapat memperkirakan produktivitas pada suatu area yang diamati. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi pemantauan produktivitas yang handal yang dapat mencakup area yang luas, waktu yang cepat serta hasil yang cukup akurat.

Teknik penginderaan jauh dapat menjadi teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi biomassa untuk daerah cakupan yang luas, dan memberikan kemudahan untuk analisa spasial secara berulang, kontinu atau berkelanjutan. Sehingga pendeteksian dan pemantauan perkembangan biomassa hutan dapat dilakukan dengan cepat, penghitungan bioamassa hutan diperoleh dari interpretasi citra dengan berdasarkan transformasi indeks vegetasi dan penghitungan di lapangan.

Padasekarang ini, penghitungan kandungan biomassa hutan dapat dilakukan dengan bantuan teknologi canggih seperti teknologi penginderaan jauh sehingga lebih efektif dan efisien. Kegiatan pendugaan biomassa hutan yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh menggunakan satelit dengan resolusi menengah (lebih besar dari 10 m) akan sangat membantu untuk menganalisis dan mengidentifikasi keadaan vegetasi di suatu daerah ditambah dengan data dan informasi yang telah ada.

Teknologi Penginderaan Jauh mempunyai kelebihan, yaitu memiliki liputan yang luas dan berulang-ulang, tingkat ketelitian yang tinggi dan biaya yang relatif murah dengan segala keunggulan yang ada, serta memberikan kemungkinan untuk meningkatkan keakurasian dan efisiensi dalam penyediaan data dan informasi vegetasi. Citra yang sering digunakan untuk mendeteksi vegetasi yaitu citra satelit Landsat-8 dan Citra SPOT-4. Satelit Landsat merupakan satelit sistem pasif yang yang dijalankan oleh NASA dan *U.S Geological Survey (USGS)*, satelit ini merupakan kelanjutan



dari Landsat 7 yang sempat mengalami masalah pada tahun 2003 akibat kerusakan sensor yang menyebabkan hilangnya data. Landsat 8 memiliki Sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. sedangkan Citra SPOT-4 merupakan satelit Resolusi Menengah yang Mempunyai Kanal *Near Infrared* sehingga dapat digunakan untuk transformasi indeks vegetasi.

Dengan memanfaatkan citra Landsat-8 dan Citra SPOT-4 yang mempunyai kanal - kanal untuk mendeteksi vegetasi. diharapkan mampu memantau Kenampakan area Vegetasi khususnya sebaran hutan yang nantinya dapat mendukung dalam penghitungan dan mengevaluasi potensi biomassa hutan secara cepat dan dalam cakupan daerah yang luas.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana hubungan nilai indeks vegetasi pada citra dengan Biomassa hutan di Lapangan?
- b. Apakah Potensi Biomassa atas permukaan Hutan mengalami penurunan atau kenaikan pada tahun 2012, 2013, dan 2014?
- c. Bagaimana penyebaran Potensi Biomassa atas permukaan Hutan?
- d. Berapakah total Biomassa atas permukaan Hutan di KPH Bojonegoro?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

- a. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat-8 tahun 2013, 2014 dan Citra SPOT-4 tahun 2012.
- b. Wilayah studi KPH (Kesatuan Pemangkuan Hutan) Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur.
- c. Indeks vegetasi yang digunakan *NDVI (Normalized Difference Vegetation Indeks)*
- d. Biomassa yang dikaji adalah Biomassa atas permukaan yaitu tegakan vegetasi, sehingga Biomassa bawah permukaan hutan tidak dikaji.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk:

- a. Membuat peta sebaran Biomassa hutan KPH Bojonegoro skala 1:50.000 dengan citra Landsat-8 tahun 2013, 2014, dan Citra SPOT-4 tahun 2012.
- b. Mengkaji hubungan nilai indeks vegetasi dengan Biomassa dilapangan.
- c. Menghitung potensi Biomassa hutan tahun 2012, 2013, dan 2014.
- d. Mengetahui total Biomassa atas permukaan Hutan KPH Bojonegoro.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah dapat mengaplikasikan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan Hutan dengan citra satelit resolusi menengah sehingga dapat mengetahui sebaran Biomassa Hutan, bagaimana nilai indeks vegetasi hutan yang berada di KPH Bojonegoro dan bagaimana Potensi Biomassa Hutan berdasarkan nilai Indeks Vegetasi. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi sumber informasi bagi penelitian yang lain maupun memberikan

informasi mengenai penyebaran Biomassa hutan yang ada sehingga dapat dimanfaatkan untuk masukan dalam pengambilan kebijakan mengenai berbagai aspek kehidupan bangsa terutama dibidang kehutanan, dan pengembangan daerah di wilayah Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biomassa**

Biomassa adalah jumlah bahan organik yang diproduksi oleh organisme (tumbuhan) per satuan unit area pada suatu saat. Biomassa bisa dinyatakan dalam ukuran berat, seperti berat kering dalam satuan gram, atau dalam kalori. Oleh karena kandungan air yang berbeda setiap tumbuhan, maka biomassa diukur berdasarkan berat kering. Unit satuan biomassa adalah gr/m<sup>2</sup> atau ton/ha (Brown, 1997).

Penilaian biomassa penting untuk berbagai tujuan (Parresol, 1992), yaitu untuk penggunaan sumber daya dan pengelolaan lingkungan. Pada tujuan penggunaan sumberdaya, dilakukan untuk mengetahui banyaknya bahan bakar kayu yang tersedia untuk digunakan dan mengetahui banyaknya biomassa yang tersedia pada satu waktu tertentu. Sedangkan pada tujuan dalam pengelolaan lingkungan, penilaian biomassa adalah penting untuk menilai produktivitas dan keberlanjutan hutan. Biomassa juga merupakan indikator penting dalam penyerapan karbon, sehingga dapat diketahui berapa banyak biomassa yang hilang atau terakumulasi dari waktu ke waktu.

Beberapa istilah biomassa disebutkan dalam Clark (2003) sebagai berikut:

- a. Biomassa hutan (*Forest biomass*) adalah keseluruhan volume makhluk hidup dari semua species pada suatu waktu tertentu dan dapat dibagi ke dalam 3 kelompok utama yaitu pohon, semak dan vegetasi yang lain.
- b. Pohon secara lengkap (*Complete tree*) berisikan keseluruhan komponen dari suatu pohon termasuk akar, tunggul /tunggul, batang, cabang dan daun-daun.

- c. Tunggul dan akar (*Stump and roots*) mengacu kepada tunggul, dengan ketinggian tertentu yang ditetapkan oleh praktek-praktek setempat dan keseluruhan akar.
- d. Untuk pertimbangan kepraktisan, akar dengan diameter yang lebih kecil dari diameter minimum yang ditetapkan sering dikesampingkan.
- e. Batang di atas tunggul (*Tree above stump*) merupakan seluruh komponen pohon kecuali akar dan tunggul. Dalam kegiatan *forest biomass inventories*, pengukuran Sering dikatakan bahwa biomassa di atas tunggul/tunggak ditetapkan sebagai biomassa pohon secara lengkap.
- f. Batang (stem) adalah komponen pohon mulai di atas tunggul hingga ke pucuk dengan mengecualikan cabang dan daun.
- g. Batang komersial adalah komponen pohon di atas tunggul dengan diameter minimal tertentu.
- h. Tajuk pohon (*Stem topwood*) adalah bagian dari batang dari diameter ujung minimal tertentu hingga ke pucuk, bagian ini sering merupakan komponen utama dari sisa pembalakan.
- i. Cabang (*branches*) semua dahan dan ranting kecuali daun.
- j. Dedaunan (*foliage*) semua duri-duri, daun, bunga dan buah. Dalam inventarisasi karbon hutan, ada 4 tampungan karbon yang diperhitungkan. Keempat tampungan karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah (Sutaryo, 2009).
- k. Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup di atas permukaan, termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan.
- l. Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini

dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.

- m. Bahan organik matimeliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan.
- n. Karbon organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu (i) sampling dengan pemanenan (*Destructive sampling*) secara *in situ*, (ii) sampling tanpa pemanenan (*Non-destructivesampling*) dengan data pendataan hutan secara *in situ*, (iii) pendugaan melalui penginderaan jauh.

a. Sampling dengan pemanenan

Metode ini dilaksanakan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomassanya. Pengukuran dengan metode ini untuk mengukur biomassa hutan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cuplikan untuk area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan alometrik. Meskipun metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomassa pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu.

b. Sampling tanpa pemanenan

Metode ini merupakan cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk menghitung biomassa.

c. Pendugaan melalui penginderaan jauh.

Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk pekerjaan dengan skala kecil. Kendala umumnya adalah karena teknologi penginderaan jauh secara teknis membutuhkan keahlian tertentu. Metode ini juga kurang efektif pada daerah aliran sungai, pedesaan atau wanatani (*agroforestry*).

d. Pembuatan model

Model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamatan *insitu* atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa (Australian Greenhouse Office, 1999).

Untuk melakukan penghitungan Biomassa dengan teknik secara sampling tanpa pemanenan, maka digunakan persamaan allometrik, persamaan allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme.

Persamaan allometrik dinyatakan dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = aX^b \quad (2.1)$$

Dalam hal ini, Y mewakili ukuran yang diprediksi, X adalah bagian yang diukur, b= kemiringan atau koefisien regresi dan a adalah nilai perpotongan dengan sumbu vertikal (Y).

## 2.2 Hutan

Pengertian Hutan dirumuskan di dalam Pasal 1 Ayat (1) Undang-undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Menurut Undang – Undang tersebut, yaitu Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan

dalam persekutuan alam lingkungan, yang satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan. Dari definisi hutan yang disebutkan, terdapat unsur-unsur yang meliputi :

- a. Suatu kesatuan ekosistem.
- b. Berupa hamparan lahan.
- c. Berisi sumberdaya alam hayati beserta alam lingkungannya yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya.
- d. Mampu memberi manfaat secara lestari.

Keempat ciri pokok dimiliki suatu wilayah yang dinamakan hutan, merupakan rangkaian kesatuan komponen yang utuh dan saling ketergantungan terhadap fungsi ekosistem di bumi. Eksistensi hutan sebagai subekosistem global menempatkan posisi penting sebagai paru-paru dunia (Zain dalam Rahmawaty, 2004).

Sedangkan kawasan hutan lebih lanjut dijabarkan dalam Keputusan Menteri Kehutanan No.70/Kpts-II/2001 tentang Penetapan Kawasan Hutan, perubahan status dan fungsi kawasan hutan, yaitu wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap. Dari definisi dan penjelasan tentang kawasan hutan, terdapat unsur-unsur meliputi :

- a. suatu wilayah tertentu
- b. terdapat hutan atau tidak terdapat hutan
- c. ditetapkan pemerintah (menteri) sebagai kawasan hutan
- d. didasarkan pada kebutuhan serta kepentingan masyarakat.

Dari unsur pokok yang terkandung di dalam definisi kawasan hutan, dijadikan dasar pertimbangan ditetapkannya wilayah-wilayah tertentu sebagai kawasan hutan. Kemudian, untuk menjamin diperolehnya manfaat yang sebesar-besarnya dari hutan dan berdasarkan kebutuhan sosial ekonomi masyarakat serta berbagai faktor pertimbangan fisik, hidrologi dan ekosistem, maka luas wilayah yang minimal harus dipertahankan sebagai kawasan hutan adalah 30 % dari luas daratan.



Berdasarkan kriteria pertimbangan pentingnya kawasan hutan, maka sesuai dengan peruntukannya menteri menetapkan kawasan hutan menjadi wilayah yang berhutan yang perlu dipertahankan sebagai hutan tetap wilayah tidak berhutan yang perlu dihutankan kembali dan dipertahankan sebagai hutan tetap (Rahmawaty, 2004).

Hutan juga merupakan seluruh lahan yang menunjang kelompok vegetasi yang didominasi oleh pohon segala ukuran, dieksploitasi ataupun tidak, dapat menghasilkan kayu atau lainnya, mempengaruhi iklim atau tata air atau memberikan tempat tinggal untuk binatang ternak dan suaka alam (Loetsch dan Haller, 1946). Hutan berperan penting dalam kelanjutan kehidupan makhluk hidup dan sebagai paru – paru dunia, Hutan merupakan tempat penyimpanan dan pengemisi karbon. Menurut Kementrian Kehutanan (2006), kerusakan hutan di Indonesia sudah mencapai kurang lebih 50% (59,62 juta ha) dan ini terus bertambah 2,8 juta ha/tahun. Secara signifikan mengurangi sumber karbon yang tersimpan dalam biomassa hutan terlepas ke dalam atmosfer dan kemampuan bumi untuk menyerap  $\text{CO}_2$  dari udara melalui fotosintesis hutan berkurang.

### **2.3 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1994). Sedangkan dalam pengertian yang lebih luas, Penginderaan jauh (*remote sensing*) didefinisikan sebagai pengukuran atau perolehan informasi dari beberapa sifat objek atau fenomena dengan menggunakan alat perekam yang secara fisik tidak terjadi kontak langsung atau

bersinggungan dengan objek atau fenomena yang dikaji (Church Va, 1983 dalam Sukojo, 2012).

Teknologi penginderaan jauh biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, perkebunan, arkeologi, kehutanan, lingkungan, kelautan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya. Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik, yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi.

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut sensor. Berbagai sensor umumnya dipasang pada wahana yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diamati adalah objek yang terletak dipermukaan bumi, di atmosfer (dirgantara) dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi (*distribution*) daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi gelombang elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imaginery*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diteliti. Proses analisa data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila analisa tersebut dilakukan secara *digital* dengan bantuan *computer* disebut interpretasi digital (Purwadhi dan Hardiyati, 2001).

Untuk Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Umumnya hasil yang diperoleh dari proses analisa berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup

lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumber daya daerah yang diamati. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data sampai penggunaan data disebut Sistem Penginderaan Jauh (Purwadhi dan Hardiyati, 2001).

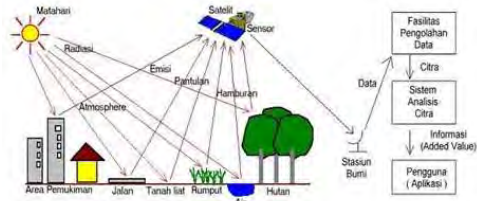
### 2.3.1 Sistem Penginderaan Jauh

Sistem dari Penginderaan Jauh yaitu terdiri atas beberapa komponen yang meliputi dari sumber tenaga dari Penginderaan Jauh sendiri, atmosfer, sensor, sistem pengolahan dan berbagai penggunaan data, dan interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi. Sistem dari penginderaan jauh lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.1.

Sebuah sistem dari Penginderaan Jauh membutuhkan sumber tenaga, sumber tenaga buatan maupun sumber tenaga alami yang berasal dari alam. Dari sumber tenaga tersebut Sistem Penginderaan Jauh terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu disebut dengan sistem aktif dan sistem pasif. Yang dimaksud dengan sistem aktif yaitu sistem yang menggunakan sumber tenaga yang berasal dari tenaga elektromagnetik yang berintegrasi dengan wahana itu sendiri. Sistem aktif memiliki kelebihan yaitu dapat menembus awan dan dapat dioperasikan pada malam hari karena tidak memerlukan sinar matahari. Satelit Penginderaan Jauh yang menggunakan Sistem aktif diantaranya yaitu satelit ADEOS, satelit SAR, satelit JERS dan satelit RADARSAT dan lainnya.

Sedangkan sistem pasif yaitu sistem yang menggunakan sumber tenaga dari alam yaitu menggunakan sumber tenaga dari sinar matahari yang tidak terintegrasi dengan wahana, dan juga sistem pasif tidak dapat dioperasikan pada saat malam hari karena tergantung pada sinar matahari. satelit Penginderaan Jauh yang menggunakan Sistem pasif diantaranya yaitu

satelit Quickbird, satelit Ikonos, satelit Landsat, satelit SPOT, satelit Aster, dan satelit MOS dan yang lainnya.

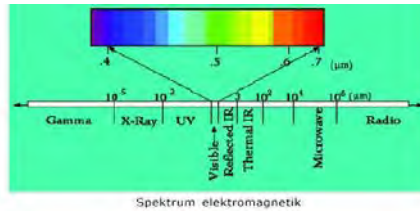


Gambar 2. 1 Sistem Penginderaan Jauh

Sumber : Sutanto, 1994 lihat juga dalam Hanafi, 2010

Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh satelit Penginderaan Jauh yang mencapai permukaan bumi dan mengenai suatu benda atau objek dipermukaan bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, emisi dan hamburan. Dalam proses pantulan, emisi dan hamburan ada tiga hal yang terjadi yaitu bagian tenaga yang di serap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap objek yang berbeda tergantung pada jenis objek dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan objek pada citra. ketergantungan pada panjang gelombang objek, berarti bahwa pada suatu objek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand dan Kiefer, 2004).

Distribusi spektral tenaga pantulan sinar matahari dan tenaga pancaran pada sistem penginderaan jauh sesuai dengan letak panjang gelombangnya, yaitu terletak pada bagian-bagian spektrumnya. Pembagian spektrum elektromagnetik yang digunakan pada penginderaan jauh terletak secara berkesinambungan mulai dari ultraviolet hingga gelombang mikro.

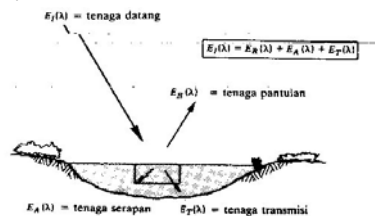


Gambar 2. 2 Spektrum Elektromagnetik

Sumber : Lillesand dan Kiefer, 2004

Dalam sistem Penginderaan Jauh sebelum gelombang elektromagnetik mencapai objek yang ada dipermukaan bumi tentunya akan melewati atmosfer. Atmosfer dapat membatasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh satelit Penginderaan Jauh, atmosfer juga dapat berpengaruh pada panjang gelombang yang dipancarkan oleh satelit, pengaruh atmosfer bersifat selektif terhadap panjang gelombang, karena pengaruh ini timbul istilah jendela atmosfer yaitubagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi.

Interaksi tenaga satelit dengan objek atau benda sesuai dengan asas kekekalan tenaga, ada tiga interaksi atau proses ketika Gelombang elektromagnetik satelit mengenai benda atau objek yang ada dipermukaan bumi yaitu dipantulkan, diserap dan diteruskan atau ditransmisikan.

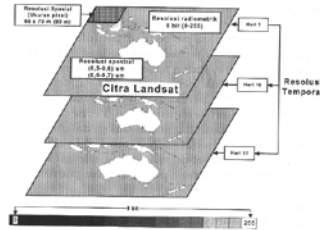


Gambar 2. 3 Interaksi antara tenaga elektromagnetik dengan benda di permukaan bumi

sumber : Lillesand dan Kiefer, 2004.

Pada wahana satelit Penginderaan Jauh terdapat sensor yang dapat menjangkau objek tanpa menyentuh langsung terhadap objek, sehingga diperlukan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Setiap sensor yang dimiliki oleh satelit Penginderaan Jauh memiliki kepekaan yang berbeda terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Selain itu, kepekaannya juga berbeda dalam hal merekam objek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan dengan objek lain yang terdapat disekitarnya. Batas kemampuan sensor satelit Penginderaan Jauh untuk mengenali atau memisahkan setiap objek disebut dengan resolusi, dalam penginderaan jauh terdapat beberapa istilah resolusi yaitu :

- a. Resolusi Spektral adalah daya pisah obyek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.
- b. Resolusi spasial adalah kemampuan satelit Penginderaan Jauh dalam mengenali atau membedakan ukuran objek terkecil pada citra, semakin kecil ukuran objek yang dapat dibedakan atau dikenali pada citra maka kualitas sensornya semakin baik.
- c. Resolusi temporal adalah perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang (Purwadhi, 2001).
- d. Resolusi radiometrik adalah kemampuan sistem sensor satelit Penginderaan Jauh untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal.



Gambar 2. 4 Perbedaan pengertian resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal

Sumber : Purwadhi,2001

## 2.4 Pengolahan Citra Digital

### 2.4.1 Konversi *Digital Number* ke Reflektan

Konversi Digital Number ke Reflektan merupakan salah satu dari koreksi radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya, umumnya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai kesalahan utama (Danoedoro, 1996).

Konversi *Digital Number* ke Reflektan dilakukan karena inputan dari transformasi indeks vegetasi yaitu *NDVI* menggunakan reflektan dari citra. Rumus konversi *DN* ke Reflektan pada citra Landsat adalah sebagai berikut :

$$\rho\lambda' = MpQcal + Ap \quad (2.2)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk mengkonversi *DN* ke dalam bentuk reflektan,  $\rho\lambda'$  merupakan nilai Reflektan, *Mp* yaitu Faktor *multiplicative rescaling* setiap band dari metadata, *Ap* adalah Faktor *additive rescaling* setiap band dari metadata, dan *Qcal* adalah nilai *Digital Number* band.

Berbeda dengan citra Landsat, Rumus konversi *DN* ke Reflektan pada citra SPOT adalah sebagai berikut :

$$\rho = \frac{D_c \cdot \pi}{G \cdot \cos(\theta_s) \cdot E_s} \quad (2.3)$$

Rumus tersebut juga merupakan rumus konversi *DN* ke Reflektan,  $\rho$  merupakan nilai Reflektan,  $D_c$  adalah nilai *Digital Numberband*,  $\pi$  adalah phi,  $G$  adalah nilai *Calibration Gain*,  $\theta_s$  merupakan sudut *Zenith* matahari, dan  $E_s$  adalah panjang gelombang *irradiance* matahari.

#### 2.4.2 Koreksi Geometrik

Pada prinsipnya koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari koreksi geometrik (Danoedoro, 1996).

Distorsi geometrik dapat terjadi karena faktor-faktor seperti variasi ketinggian satelit, ketinggian satelit, dan kecepatannya. Prosedur yang diterapkan dalam koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi ke dalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang *sistematik* atau dapat diperkirakan sebelumnya dan distorsi yang dipandang *acak* atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya (Lillesand dan Kiefer, 2004).

Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan yaitu (1) melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) agar citra koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi, (2) registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multi temporal, (3) registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra



dengan sistem proyeksi tertentu. Untuk menghitung RMS Error menggunakan Rumus sebagai berikut:

$$RMS\ Error = \sqrt{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \quad (2.4)$$

Setelah melakukan perhitungan RMS Error, maka dilakukan juga perhitungan Strength Of Figure (Sof), Sof dilakukan untuk mengetahui kekuatan jaring. Rumus untuk menghitung Sof yaitu:

$$SoF = \frac{Trace[AXAT]-1}{u} \quad (2.5)$$

#### 2.4.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian dan memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan data (Moko, 2011).

#### 2.4.4 Transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan indeks vegetasi yang menggambarkan tingkat kehijauan dari suatu tanaman. *NDVI* dikembangkan oleh Rouse, dkk (1973). *NDVI* dikembangkan berdasarkan perbedaan antara absorpsi maksimum pada gelombang merah dan reflektan maksimum pada gelombang inframerah yang didasarkan pada struktur sel daun.

*NDVI* dipilih karena algoritma ini telah dikenal luas dalam penginderaan jauh untuk studi vegetasi. Meskipun sederhana, namun terbukti memiliki kemampuan untuk menonjolkan fenomena yang terkait dengan kerapatan vegetasi dengan menekan sumber-sumber variasi spektral lain. *NDVI* digunakan untuk mendapatkan informasi tentang pertanaman seperti pola kurva pertumbuhan tanaman, penutupan lahan, mengamati kerusakan tanaman akibat penyakit dan memperkirakan hasil pertanaman lebih awal. Nilai

hasil perhitungan indeks vegetasi ini berkisar antara +1 hingga -1.

## 2.5 SPOT-4

Saat ini banyak satelit mengorbit di luar angkasa dengan fungsinya yang beragam misalnya satelit untuk militer, satelit untuk komunikasi, satelit untuk memantau cuaca dan satelit penginderaan jauh untuk memantau sumber daya bumi. Citra satelit adalah citra yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan wahana satelit. Oleh karena itu, perkembangan teknik penginderaan jauh sistem satelit lebih maju daripada sistem fotogrametri (foto udara) (Kusumowidagdo, dkk, 2007). SPOT-4 merupakan salah satu jenis satelit yang memantau bumi untuk pengelolaan sumber daya bumi.

Satelit SPOT-4 diluncurkan pada tanggal 23 Maret 1998. SPOT singkatan dari *Système Pour l'Observation de la Terre*. SPOT dimiliki oleh konsorsium yang terdiri dari Pemerintah Prancis, Swedia dan Belgia. SPOT pertama kali beroperasi dengan *pushbroom sensor* CCD dengan kemampuan *off-track viewing* di ruang angkasa. HRVIR mempunyai 4 Band disamping 3 band dan instrument Vegetasi. didesain untuk hampir setiap hari dan akurat untuk monitoring bumi secara global.

Tabel 2. 1 Karakteristik Citra SPOT 4

Satelit	Kanal dan Spektrum Elektromagnetik	Ukuran Piksel	Panjang Gelombang
SPOT-4	<i>Monospectral</i>	10 m	0.61 - 0.68 m
	<i>B1 : green</i>	20 m	0.50 - 0.59 m
	<i>B2 : red</i>	20 m	0.61 - 0.68 m
	<i>B3 : near infrared</i>	20 m	0.78 - 0.89 m
	<i>B4 : mid infrared</i>	20 m	1.58 - 1.75 m
	<i>(MIR)</i>		

Sumber : Sitanggang, 2010

## 2.6 Landsat-8

Landsat adalah satelit sumber daya bumi yang diluncurkan sejak tahun 1972. Misi program Landsat adalah merekam data permukaan bumi multispektral dengan resolusi tinggi secara global dan berulang. Citra satelit adalah citra yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan wahana satelit.

Landsat-8 diluncurkan oleh NASA pada 11 Februari 2013. Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter sampai 100 meter, serta dilengkapi oleh 11 kanal. Dalam satu hari satelit ini akan mengumpulkan 400 *scenes* citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7. Landsat 8 merupakan salah satu jenis satelit penginderaan jauh yang khusus mengindera ke bumi untuk tujuan pengelolaan sumber daya bumi.

Sebelum landsat 8 diluncurkan, landsat 7 lebih dulu beroperasi namun pada tahun 2003 tepatnya pada bulan Mei landsat 7 tidak dapat berfungsi dengan baik sehingga data yang direkam oleh landsat 7 hilang sebesar 24%, dari kerusakan landsat 7 maka dilakukan pengembangan landsat 8 atau LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*), pada bulan April Pada bulan April 2008, *NASA* memilih *General Dynamics Advanced Information Systems, Inc.* untuk membangun satelit LDCM. Setelah meluncur di orbitnya, satelit tersebut dinamakan sebagai Landsat 8. Satelit LDCM (Landsat 8) adalah misi kerjasama.

Tabel 2. 2 Parameter - parameter Orbit Saatelit LDCM (Landsat-8)

<b>Parameter Orbit Satelit Landsat-8</b>	
Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sikron matahari
Ketinggian	05 km
Inklinasi	8,2°
Periode	9 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi khatulistiwa(Local Time Descending Node-LTDN)	
nominal	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

Sumber : Sitanggang, 2010

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sensor pencitra OLI mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua band thermal yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat. (USGS, 2013).

Dibandingkan dengan landsat versi sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu *Red*, *Green* dan *Blue (RGB)*. Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi. (USGS, 2013).

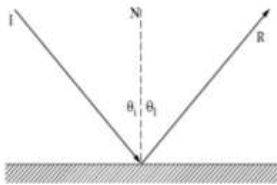
Tabel 2. 3 Spesifikasi kanal - kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat-8)(yang diperlukan oleh NASA/USGS)

No Kanal	Kanal	Kisaran Spektral	Penggunaan Data	Resolusi Spasial	Radiance	SNR
1	Biru	433-453	<i>Aerosol/coastal Zone</i>	30	40	130
2	Biru	450-515	<i>Pigments/Scatter/Coastal</i>	30	40	130
3	Hijau	525-600	<i>Pigments/coastal</i>	30	30	100
4	Merah	630-680	<i>Pigments/coastal</i>	30	22	90
5	Merah Infra	845-885	<i>Foliage/coastal</i>	30	14	90
6	SWIR2	1560-1660	<i>Foliage</i>	30	4.0	100
7	SWIR3	2100-2300	<i>Minerals/litter/no Scatter</i>	30	1.7	100
8	PAN	500-680	<i>Image sharpening</i>	15	23	80
9	SWIR	1360-1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30	6.0	130

Sumber : Sitanggang, 2010

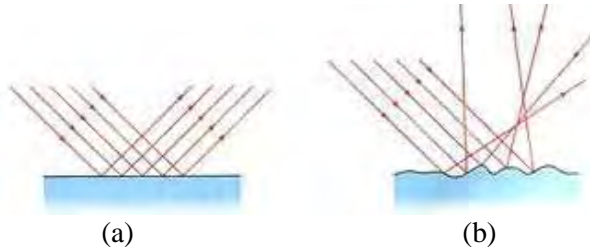
## 2.7 Reflektan

Reflektan (*reflectance*) didefinisikan sebagai persentase rasio antara jumlah energi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan (R) oleh permukaan dengan jumlah energi gelombang elektromagnetik yang datang (I), lihat Gambar 2.5. Pantulan energi gelombang elektromagnetik pada permukaan suatu obyek dapat terjadi secara satu arah (*specular*) yaitu seperti pantulan cermin ataupun secara menyebar (*diffuse*). Pantulan satu arah terjadi pada permukaan obyek yang rata sehingga gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke satu arah tertentu. Sedangkan pantulan secara menyebar terjadi pada permukaan yang kasar sehingga pantulan gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke segala arah.



$$\text{Reflektan (\%)} = R/I(2.6)$$

Gambar 2. 5 Reflektan



Gambar 2. 6 (a) Pantulan satu arah (specular) (b) Pantulan menyebar (diffuse)

sumber: Borengasser, dkk, 2008

## 2.8 Indeks Vegetasi

Vegetasi yang menutup permukaan bumi secara fisik mudah dibedakan dengan kenampakan air, tanah dan bangunan melalui citra, karena mempunyai nilai reflektan yang berbeda. Identifikasi terhadap vegetasi pada data citra digital pada umumnya menggunakan gelombang (*band*) merah dan inframerah dekat. Pada kedua *band* tersebut, zat hijau daun (klorofil) pada vegetasi menunjukkan nilai reflektan yang bervariasi. Perbedaan tersebut selain dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi, seperti jenis dan umur pohon, struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer. (Lillesand & Kiefer, 2000).

### 2.8.1 NDVI (Normalized Difference Vegetation Indeks)

Indeks vegetasi adalah besaran nilai kehijauan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan (*brightness*) beberapa kanal data sensor satelit. Untuk pemantauan vegetasi, dilakukan

proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya inframerah dekat (*near infrared*). Fenomena penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil yang terdapat pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada kanal-kanal tersebut akan jauh berbeda. Pada daratan non-vegetasi, termasuk diantaranya wilayah perairan, pemukiman penduduk, tanah kosong terbuka, dan wilayah dengan kondisi vegetasi yang rusak, tidak akan menunjukkan nilai rasio yang tinggi (minimum). Sebaliknya pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal tersebut akan sangat tinggi (maksimum). Nilai perbandingan kecerahan kanal cahaya merah dengan cahaya inframerah dekat atau NIR/RED, adalah nilai suatu indeks vegetasi (yang sering disebut "*simple ratio*") yang sudah tidak dipakai lagi.

Hal ini disebabkan karena nilai dari rasio NIR/RED akan memberikan nilai yang sangat besar untuk tumbuhan yang sehat . Oleh karena itu, dikembangkanlah suatu algoritma indeks vegetasi yang baru dengan normalisasi, yaitu *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* (Dodi.S dan Elfa.D, 2008).

*NDVI* diperoleh berdasarkan perbandingan antara pantulan sinar merah dan infra merah dekat dari spektrum elektromagnetik. Kedua spektrum ini dipilih karena mempunyai kemampuan lebih dalam menyerap klorofil dan kepadatan vegetasi. Selain itu, pada band sinar merah dan infra merah dekat, vegetasi dan non-vegetasi dapat dibedakan secara jelas. Formula untuk menghitung nilai *NDVI* adalah:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (2.7)$$

Rumus diatas merupakan Perhitungan untuk mencari nilai Indeks Vegetasi dengan NIR adalah Nilai

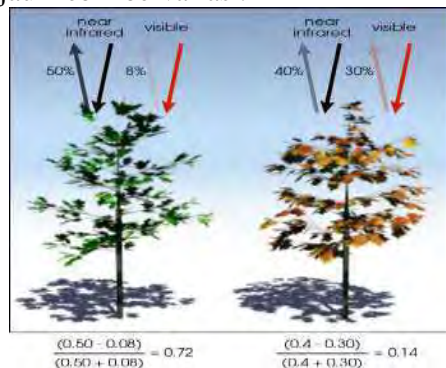
band spektral infra merah dekat dan RED adalah Nilai band spektral merah. (Rouse, dkk 1974 dalam Vivi 2014).

Tabel 2. 4 Kisaran tingkat kerapatan NDVI

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kepuasan
1	-1,0 s.d 0,32	Jarang
2	0,32 s.d 0,42	Sedang
3	>0,42 s.d 1	Tinggi

Sumber : Departemen Kehutanan, 2003

*NDVI* dikembangkan berdasarkan perbedaan antara absorpsi maksimum pada gelombang merah dan reflektan maksimum pada gelombang inframerah yang didasarkan pada struktur sel daun. Vegetasi sehat (Gambar 2.7 kiri) menyerap sebagian besar gelombang tampak yang mengenai, dan memantulkan sebagian besar dari gelombang inframerah dekat. Pada vegetasi kurang sehat (berklorofil rendah) atau jarang vegetasi (Gambar 2.7 kanan) memantulkan gelombang tampak lebih besar daripada gelombang inframerah dekat. Angka-angka pada gambar merupakan wakil dari nilai yang sebenarnya, akan tetapi vegetasi yang sebenarnya akan jauh lebih bervariasi.



Gambar 2. 7 Ilustrasi perbandingan absorpsi dan reflektan vegetasi  
sumber: NASA Earth Observatory Web Reference



Nilai *NDVI* positif (+) terjadi apabila vegetasi lebih banyak memantulkan radiasi pada gelombang panjang inframerah dekat dibanding pada cahaya tampak. Nilai *NDVI* nol (*NDVI*=0) terjadi apabila pemantulan energi yang direkam oleh panjang gelombang cahaya tampak sama dengan gelombang inframerah dekat. Hal ini sering terjadi pada daerah pemukiman, tanah, darat non vegetasi, awan dan permukaan air. Sedangkan nilai *NDVI* negatif (-) terjadi apabila permukaan awan, air, lebih banyak memantulkan energi pada panjang gelombang cahaya tampak dibandingkan pada inframerah dekat (Affan, 2002).

## 2.9 Analisis Korelasi

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan yang dimaksud bukanlah hubungan sebab akibat yang berlaku pada metode regresi. Metode korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Adapun rumus untuk koefisien korelasi (*r*) menurut Sugiyono (2008) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.8)$$

Rumus diatas menyatakan derajat hubungan antara dua variabel tanpa memperhatikan variabel mana yang menjadi peubah dengan *r* adalah jumlah koefisien korelasi, *n* banyaknya observasi, *x* variabel independen, dan *y* variabel dependen. Karena itu hubungan korelasi belum dapat dikatakan sebagai hubungan sebab akibat.

Dari hasil analisis korelasi dapat dilihat tiga alternatif yaitu apabila nilai  $r = +1$  atau mendekati positif (+) satu berarti variabel  $x$  mempunyai pengaruh yang kuat dan positif terhadap variabel  $y$ . Sedangkan apabila nilai  $r = -1$  atau mendekati negatif (-) satu berarti variabel  $X$  mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel  $y$ . Dan apabila  $r = 0$  atau mendekati nol (0) maka variabel  $x$  kurang berpengaruh terhadap perkembangan variabel  $y$ , hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel  $y$  tidak dipengaruhi variabel  $x$ .

## **2.10 Uji F**

Uji f dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari data sampel, apabila data sampel yang didapatkan lebih dari 2 kelompok data sampel maka menggunakan uji f untuk menganalisa data sampel tersebut, Rumus dari uji f yaitu :

$$f = \frac{\sum_{i=1}^k \{n_i(Y_i - \bar{Y})^2 / (k - 1)\}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - Y_i)^2 / \sum_{i=1}^k (n_i - 1)} \quad (2.9)$$

Rumus tersebut merupakan rumus uji-f yaitu  $Y_{ij}$  adalah total sampel dari  $j$  ke  $i$ ,  $Y_i$  adalah rata-rata sampel ke  $i$ ,  $n$  adalah jumlah data sampel dan  $\bar{Y}$  adalah rata-rata total. Uji f dilakukan pada masing – masing data sampel.

## **2.11 Penelitian Terdahulu**

Melinda Rahmawati (2009) melakukan pendugaan biomassa dengan memanfaatkan citra landsat untuk estimasi biomassa atas permukaan dari berbagai penutupan lahan dengan pendekatan indeks vegetasi.

Penelitian tentang biomassa yang lain pernah dilakukan yaitu oleh Orientasari (2005) melakukan estimasi biomassa dengan pendekatan indeks vegetasi *NDVI*, *TNDVI*, *RVI*, *DVI* dan *TRVI* melalui citra Landsat pada areal hutan tanaman industri.

Dahlan dkk (2005) melakukan penelitian untuk mengestimasi biomassa tegakan *Acacia Mangium* dengan menggunakan Citra Landsat ETM+ dan citra SPOT,

penelitian dilakukan pada areal BPKH Parung Panjang KPH Bogor Provinsi Jawa Barat, variabel yang diamati pada penelitian ini adalah variabel pada citra dan variabel di lapangan. Variabel pada citra mencakup digital number pada masing – masing citra dan variabel di lapangan kandungan Biomassa Acacia Mangium dengan menggunakan persamaan allometrik. Kedua variabel setelah diperoleh kemudian dilakukan penyusunan model dengan pendekatan statistik. Kelebihan dari penelitian ini adalah penggunaan dua jenis citra yang mempunyai resolusi spasial yang berbeda.

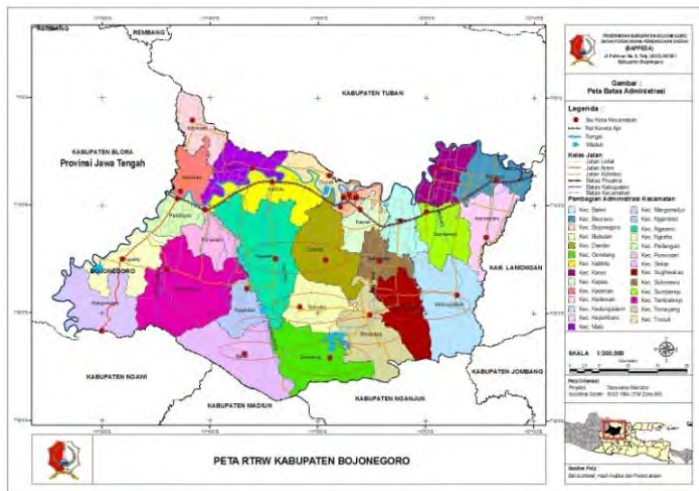
Maurin Lis Evan (2007) melakukan penelitian yang berjudul *Pendugaan Cadangan Karbon Above Ground Biomass (AGB)* pada Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Langkat dengan menggunakan Citra Landsat, dengan mengkorelasikan nilai *NDVI* pada Citra Landsat dengan kandungan Biomassa di lapangan, dan diperoleh kesimpulan bahwa nilai *NDVI* berkorelasi kuat dengan Biomassa di lapangan, Dengan diperoleh nilai  $R^2$  sebesar 85%.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di area hutan produksi KPH (Kesatuan Pemangkuan Hutan) Bojonegoro, Jawa Timur. KPH Bojonegoro terdapat dalam 8 (delapan) Kecamatan, yaitu Kecamatan Sugihwaras, Kecamatan Kedungadem, Kecamatan Temayang, Kecamatan Gondang, Kecamatan Bubulan, Kecamatan Dander, Kecamatan Ngasem, dan Kecamatan Sekar. Lokasi penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian Kabupaten Bojonegoro  
Sumber : Bappeda Kabupaten Bojonegoro

### **3.2 Data dan Peralatan**

#### **3.2.1 Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra SPOT 4 tahun 2012 dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan), citra Landsat 8 tahun 2013 dan 2014 Lokasi Penelitian dari USGS, peta vektor Administrasi Kabupaten Bojonegoro dari Bappeda Kabupaten Bojonegoro, peta vektor batas KPH Bojonegoro dari Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, dan Data pengukuran lapangan.

#### **3.2.2 Peralatan**

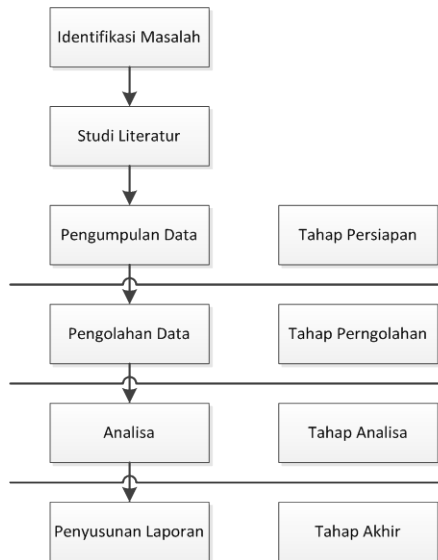
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - i. GPS *Handheld*
  - ii. Laptop/PC
  - iii. Kamera digital
  - iv. *Clinometer*
  - v. Roll Meter
  - vi. Jangka Sorong
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
  - i. Perangkat lunak pengolah citra
  - ii. Perangkat lunak pengolah statistik
  - iii. Perangkat lunak pengolah *sheet*
  - iv. Perangkat lunak pengolah *layouting*

### 3.3 Metodologi Penelitian

#### 3.3.1 Tahap Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :



Gambar 3. 2 Tahapan penelitian

Penjelasan :

#### a. Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan pemetaan sebaran biomassa hutan produksi di KPH Bojonegoro berdasarkan klasifikasi nilai *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) yang terdiri dari kelas jarang, sedang dan kelas rapat, dan mengevaluasi biomassa hutan produksi di KPH Bojonegoro pada tahun 2012 sampai pada tahun 2014.

b. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan adalah :

i. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan Penginderaan jauh, citra satelit, pemetaan, estimasi biomassa dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media masa, internet maupun sumber lainnya.

ii. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa citra SPOT-4 tahun 2012, Landsat-8 tahun 2013, dan 2014. Peta RBI Kabupaten Bojonegoro skala 1:25.000, data vektor hutan KPH Bojonegoro, dan data pengukuran lapangan.

c. Tahap Pengolahan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dari data yang telah didapat di lapangan dan data pendukung lainnya. Tahap pengolahan lebih lanjut dijelaskan pada gambar 3.3

d. Tahap Analisa

Dari pengolahan data dilakukan analisa untuk menganalisa kerapatan vegetasi hutan berdasarkan nilai *NDVI*, analisa hubungan indeks vegetasi dengan biomassa di lapangan, sehingga dari perhitungan biomassa di lapangan dapat digunakan untuk melakukan pemetaan sebaran biomassa hutan dan digunakan untuk evaluasi biomassa hutan produksi dari tahun 2012-2014.

e. Tahap Akhir

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini

agar penelitian ini bermanfaat dan diketahui oleh orang lain.

### 3.3.2 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra SPOT 4 tahun 2012, citra Landsat 8 tahun 2013 dan 2014 Lokasi penelitian, Peta vektor administrasi Kabupaten Bojonegoro dari Bappeda Kabupaten Bojonegoro, Peta vektor batas hutan produksi KPH Bojonegoro dari dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, dan data pengukuran lapangan.

Penelitian ini menggunakan *sample* berukuran kurang lebih 30x30 m, lokasi *sample* berdasarkan klasifikasi nilai *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) yang dibagi 3 kelas yaitu *NDVI* jarang dengan rentang nilai 0,1-0,15, *NDVI* sedang dengan rentang nilai 0,15-0,20, dan *NDVI* rapat dengan rentang nilai 0,20-0,50. Lokasi *sample* sebanyak 9 buah, dari 9 buah lokasi *sample* 3 buah lokasi mewakili dari nilai *NDVI* jarang, 3 buah mewakili dari nilai *NDVI* sedang, dan 3 buah yang lain mewakili dari nilai *NDVI* rapat. Data yang diambil yaitu diameter pohon dan tinggi pohon. Teknik pengambilan data dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pengambilan data posisi koordinat menggunakan *GPS Handheld*

Sebelum melakukan pengambilan data koordinat dilapangan, terlebih dahulu membuat plot pada citra yang sudah dilakukan perhitungan algoritma *NDVI*, dari klasifikasi *NDVI* terdapat 3 kelas yaitu jarang, sedang dan rapat, dari masing-masing kelas klasifikasi dibuat 3 plot. Pengambilan koordinat diambil pada kawasan hutan produksi KPH Bojonegoro

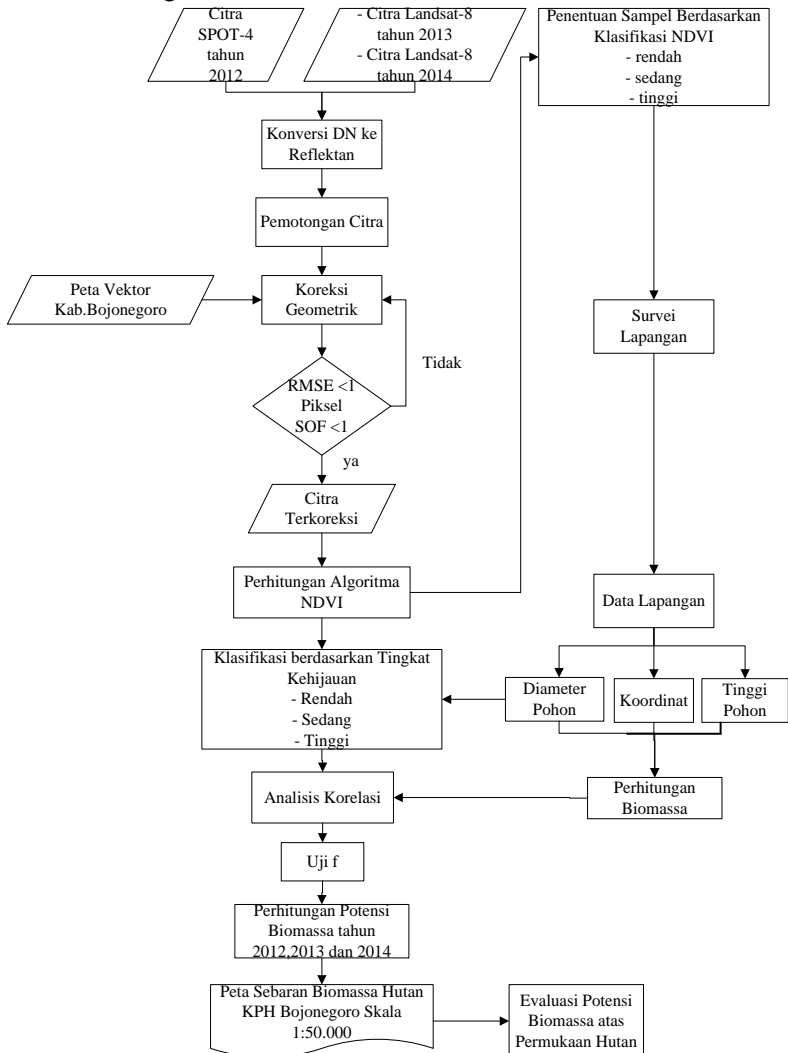


dengan luas plot lebih dari atau sama dengan 30x30 meter, karena resolusi spasial dari citra Landsat 8 adalah 30 meter.

b. Pengambilan data di Lapangan

Data diambil pada kawasan hutan produksi KPH Bojonegoro, yang sudah dilakukan pengeplotan pada citra yang telah dilakukan transformasi indeks vegetasi yaitu *NDVI (Normalized Difference Vegetation Indeks)* untuk ukuran pengambilan sampel dibatasi dengan ukuran 30x30 meter, pada plot seluas 30x30 meter. data yang dicatat dilapangan yaitu jenis pohon, diameter pohon setinggi dada dan tinggi pohon, hal ini mengikuti ketentuan pengambilan sampel dari Departemen Kehutanan bahwa untuk mengukur diameter pohon di ukur setinggi dada atau 1,3 meter diatas lantai hutan. data diameter dan tinggi pohon dilakukan penghitungan menggunakan metode allometrik sehingga Biomassa dapat diketahui. Selanjutnya hasil dari biomassa seluruh plot akan diketahui Total biomassa permukaan hutan produksi KPH Bojonegoro.

### 3.3.3 Pengolahan Data



Gambar 3. 3 Tahapan pengolahan data

Keterangan :

- a. Konversi *DN (Digital Number)* ke Reflektan adalah proses merubah nilai Piksel pada citra yang awalnya bernilai *DN* di rubah ke Reflektan. Hal ini dibutuhkan pada saat perhitungan algoritma *NDVI*, karena algoritma *NDVI* menggunakan reflektan pada inputannya. Konversi *DN (Digital Number)* ke Reflektan dilakukan pada ketiga citra yaitu citra SPOT 4 tahun 2012, citra Landsat 8 tahun 2013 dan Citra Landsat 8 tahun 2014.
- b. Pemotongan citra dilakukan untuk mempermudah pada saat pengolahan citra, dan hanya mencakup Daerah penelitian. Sehingga memperkecil area citra yang akan diolah. Pemotongan berdasarkan area atau cakupan wilayah KPH Bojonegoro. Pemotongan Citra dilakukan pada citra SPOT-4 2012, citra Landsat-8 2013, dan 2014.
- c. Koreksi Geometrik adalah proses koreksi pada citra yang disebabkan oleh kesalahan geometrik, sedangkan kesalahan geometrik disebabkan oleh perubahan posisi maupun ketinggian dari satelit dan kecepatan orbit satelit. Koreksi geometrik dilakukan secara *Image to image* dengan menggunakan peta vektor administrasi Kabupaten Bojonegoro. Pemilihan *Ground Control Point (GCP)* dipilih pada daerah yang mempunyai kenampakan yang jelas pada citra. Dari koreksi geometrik maka didapatkan *Root Mean Square Error (RMSE)*, apabila nilai dari *RMSE* lebih dari 1 piksel maka koreksi geometrik harus dilakukan ulang, namun apabila nilai *RMSE* kurang dari atau sama dengan 1 piksel maka citra sudah terkoreksi, selain dari *RMSE* dilakukan juga perhitungan kekuatan dari jaring yaitu perhitungan *Strength Of Figure (SoF)* pada jaring dan nilainya

harus kurang dari 1, apabila lebih dari 1 maka harus dilakukan koreksi geometrik ulang.

- d. Proses perhitungan algoritma *NDVI* dilakukan dengan inputan dari nilai reflektan pada citra yang dihitung berdasarkan rumus *NDVI*. Transformasi dilakukan pada citra SPOT-4 2012, citra Landsat-8 2013, dan 2014.
- e. Dari perhitungan algoritma *NDVI* maka dilakukan klasifikasi berdasarkan nilai dari *NDVI* pada citra sebanyak 3 kelas yaitu jarang, sedang dan rapat.
- f. Penentuan sampel berdasarkan klasifikasi *NDVI* pada citra, yaitu sebanyak 9 plot, 3 plot masing-masing mewakili kelas jarang, sedang dan rapat. Penentuan sampel hanya dilakukan pada citra Landsat 8 tahun 2014, karena survei lapangan dilakukan pada tahun 2014.
- g. Setelah dibuat plot sampel pada citra dilakukan survei lapangan untuk mengetahui keadaan dilapangan, berdasarkan koordinat sampel pada citra dan dicocokkan dengan koordinat dilapangan, sehingga dapat diketahui keadaan lapangan memungkinkan atau tidak dilakukan pengukuran, misalnya ternyata koordinat yang diplot pada citra pada saat dicek di lapangan merupakan daerah jurang sehingga tidak memungkinkan apabila dilakukan pengukuran, maka plot pada citra dapat di ganti sesuai dengan kelas klasifikasi.
- h. Pengambilan data lapangan yaitu meliputi Diameter pohon setinggi dada, tinggi pohon, data koordinat sampel dilapangan dengan ukuran sampel kurang lebih atau sama dengan 30x30 meter dan memotret keadaan sampel dilapangan yang mewakili kelas jarang, sedang dan rapat.
- i. Perhitungan Biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik yang disusun

berdasarkan data diameter setinggi dada dan tinggi pohon dari lapangan, persamaan yang disusun berbeda setiap plot, tergantung dari jumlah pohon dan data yang didapat dari lapangan, setelah persamaan tersusun, maka dilakukan uji koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk mencari persamaan terbaik yang akan digunakan untuk menghitung Biomassa secara keseluruhan.

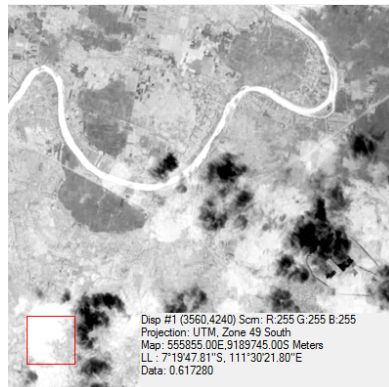
- j. Analisis korelasi dilakukan dengan menghubungkan nilai biomassa di Lapangan dengan nilai *NDVI* pada citra sehingga dapat diketahui bentuk hubungannya dari biomassa dengan *NDVI* pada citra. Apakah nilai biomassa di Lapangan berkorelasi positif atau negatif.
- k. Setelah dilakukan analisis korelasi, maka dilakukan uji-f untuk mengetahui rata – rata data sampel yang didapatkan, sehingga data sampel tersebut dapat diketahui kebenarannya.
- l. Perhitungan Biomassa tahun 2012, 2013 dan 2014 dilakukan untuk mengetahui total biomassa pada masing-masing tahun sehingga dapat dibuat peta sebaran Biomassa hutan produksi KPH Bojonegoro pada masing-masing tahun.
- m. Setelah dilakukan perhitungan biomassa pada tahun 2012, 2013 dan 2014 maka dapat dibuat Peta sebaran Biomassa Hutan KPH Bojonegoro skala 1:50.000.
- n. Dilakukan evaluasi terhadap nilai biomassa total berdasarkan luas hutan produksi yang didapatkan pada tahun 2012, 2013 dan 2014. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pada tahun berapakah Biomassa mengalami kenaikan atau penurunan, dan disebabkan oleh faktor apa sehingga mengalami perbedaan nilai Biomassa pada masing-masing tahun.

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

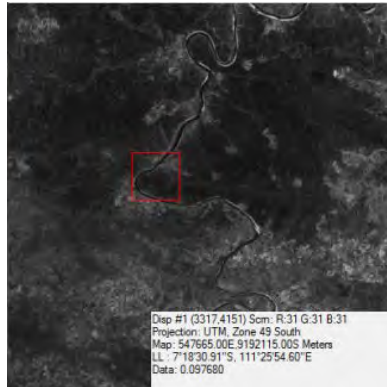
### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Konversi *Digital Number* ke Reflektan

*Digital Number* merupakan nilai piksel data penginderaan jauh yang umumnya di kirimkan oleh optik penginderaan jauh dalam format *Digital Number (DN)*. Pada penelitian ini yaitu tentang vegetasi sehingga format *Digital Number* kurang sesuai karena format *DN* tidak mempunyai satuan atau *Unitless*, dan inputan dalam perhitungan *NDVI* tidak menggunakan format *DN*, namun menggunakan format Reflektan. Sehingga dilakukan perubahan atau konversi dari nilai *Digital Number* ke dalam bentuk Reflektan.



(a)



(b)



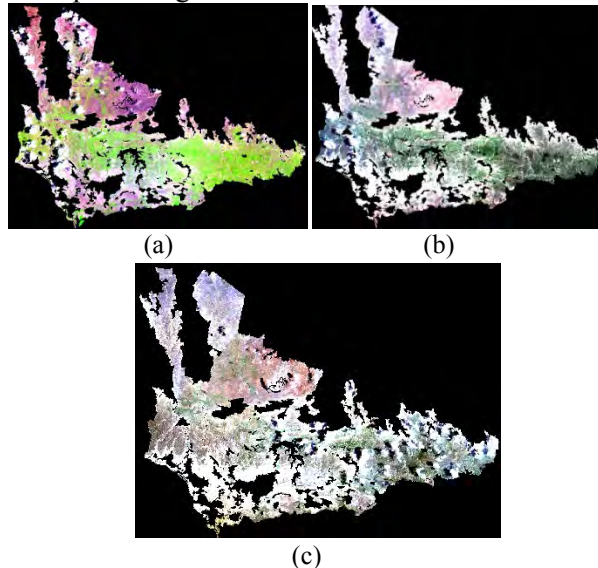
(c)

Gambar 4. 1 (a) Konversi DN ke Reflektan Citra SPOT-4 2012, (b) Konversi DN ke Reflektan Citra Landsat-8 2013, (c) Konversi DN ke Reflektan Citra Landsat-8 2014

Banyaknya rentang dari Digital Number tergantung dari jumlah bit citra, sebenarnya proses konversi DN ke Reflektan adalah merubah nilai integer menjadi nilai pantulan dalam satuan persen atau perseratus.

#### 4.1.2 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan setelah proses konversi *DNke Reflektan* pada masing - masing band pada citra, pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan peta vektor dari hutan produksi KPH Bojonegoro, pemotongan citra bertujuan untuk mendapatkan daerah pada citra yang sesuai dengan daerah penelitian sehingga pada saat proses pengolahan citra lebih efektif. Proses pemotongan citra (*cropping*) menggunakan metode *masking* denganmemanfaatkan peta vektor daerah penelitian. Vektor yang sebelumnya berformat *.shp* di *export* kedalam format *.evf* agar dapat ditampilkan dalam proses pemotongan.



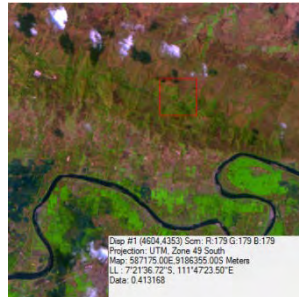
Gambar 4. 2 (a) Cropping citra SPOT-4 2012, (b) Cropping citra Landsat-8 2013, (c) Cropping citra Landsat-8 2014



#### 4.1.3 Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik dilakukan pada ketiga citra yaitu citra SPOT-4 dan citra Landsat-8, pada masing – masing citra dilakukan koreksi geometrik, proses koreksi geometrik menggunakan metode *image to image* dengan menggunakan pertampalan peta vektor hasil *digitasi* dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kabupaten Bojonegoro skala 1:25.000. sistem proyeksi yang digunakan yaitu sistem *Universal Transverse Mercator (UTM)* zona 49 S, dengan datum *World Geodetic System (WGS)* 1984.

Titik *Ground Control Point (GCP)* yang digunakan sebanyak 9 titik, dari hasil koreksi geometrik yang dilakukan nilai kesalahan *Root Mean Square (RMS)* adalah 0,014 piksel. Batas toleransi kesalahan nilai *RMS error* adalah kurang dari atau sama dengan 1 piksel, sehingga dari hasil RMS yang didapatkan memenuhi toleransi.



Gambar 4. 3 citra SPOT-4 tahun 2012 terkoreksi



Gambar 4. 4 citra Landsat 8 tahun 2013 terkoreksi



Gambar 4. 5 citra Landsat 8 tahun 2014 terkoreksi

Base X   3778.06	Y   3715.92	Degree   1	Base X   3914.48	Y   3598.48	Degree   1
Warp X   3778.10	Y   3715.92		Warp X   3914.50	Y   3598.46	
<input type="button" value="Add Point"/> Number of Selected Points: 9 <input type="button" value="Predict"/>			<input type="button" value="Add Point"/> Number of Selected Points: 9 <input type="button" value="Predict"/>		
<input type="button" value="Show List"/> RMS Error: 0.021725 <input type="button" value="Delete Last Point"/>			<input type="button" value="Show List"/> RMS Error: 0.016579 <input type="button" value="Delete Last Point"/>		

a

b

Base X   4783.48	Y   3997.40	Degree   1
Warp X   4783.48	Y   3997.41	
<input type="button" value="Add Point"/> Number of Selected Points: 9 <input type="button" value="Predict"/>		
<input type="button" value="Hide List"/> RMS Error: 0.014149 <input type="button" value="Delete Last Point"/>		

c

Gambar 4. 6 (a) hasil perhitungan RMS Error citra SPOT 4 tahun 2012,  
 (b) RMS Error citra Landsat 8 tahun 2013, (c) RMS Error citra  
 Landsat 8 tahun 2014

Tabel 4. 1RMS Error per titik citra SPOT 4 tahun 2012

Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
3990,52	2972,73	3990,54	2972,73	3990,56	2972,73	0,0215	-0,0036	0,0218
4433,38	3335,4	4433,4	3335,4	4433,4	3335,4	-0,0018	-0,0012	0,0022
4875,13	3499,83	4875,15	3499,83	4875,13	3499,83	-0,0162	0,0003	0,0162
5452,13	3355,52	5452,15	3355,52	5452,13	3355,52	-0,0226	-0,0036	0,0229
5975,83	3516,27	5975,79	3516,27	5975,81	3516,27	0,0228	-0,001	0,0228
5646,98	4256,56	5646,94	4256,56	5646,95	4256,58	0,0078	0,0162	0,0179
4824,75	4646,19	4824,73	4646,23	4824,72	4646,21	-0,0146	-0,0209	0,0254
3876,94	4347,73	3876,9	4347,73	3876,93	4347,74	0,0277	0,0097	0,0294
3778,06	3715,92	3778,1	3715,92	3778,08	3715,92	-0,0247	0,0039	0,025

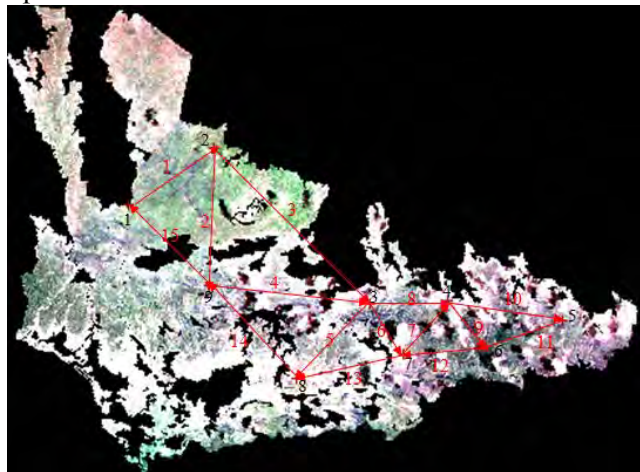
Tabel 4. 2RMS Error per titik citra Landsat 8 tahun 2013

Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
4017,31	2965,42	4017,31	2965,4	4017,33	2965,41	0,0185	0,007	0,0198
4370,9	3304,04	4370,92	3304,04	4370,91	3304,03	-0,0087	-0,0112	0,0141
5009,75	3489,02	5009,77	3489	5009,75	3489,01	-0,0183	0,0121	0,022
6007,06	3480,56	6007,04	3480,56	6007,05	3480,56	0,0121	-0,0007	0,0121
5751,5	4016,15	5751,48	4016,15	3751,48	4016,14	-0,0048	-0,0124	0,0133
5100,63	4609,15	5100,6	4609,13	5100,6	4069,13	-0,0002	-0,0017	0,0017
4189,44	4520,85	4189,42	4520,81	4189,43	4520,83	0,0138	0,021	0,0251
3287,27	4151,21	3287,29	4151,21	3287,29	4151,19	-0,0036	-0,0184	0,0187
3914,48	3598,48	3914,5	3598,46	3914,49	3598,46	-0,0087	0,0041	0,0096

Tabel 4. 3 RMS Error per titik citra Landsat 8 tahun 2014

Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
5561,97	4382,9	5561,95	4382,9	5561,96	4382,9	0,005	0,0014	0,0056
5371,89	4443,16	5371,89	4443,14	5371,89	4443,16	-0,005	0,0186	0,0192
5306,05	4338,78	5306,06	4338,78	5306,05	4338,79	-0,012	0,0074	0,0143
5207,83	4455,83	5207,83	4455,86	5207,84	4455,83	0,005	-0,0287	0,0291
5132,16	4346,79	5132,16	4346,81	5132,17	4346,8	0,006	-0,0122	0,0136
4970	4511,59	4970,02	4511,59	4970,02	4511,6	0,003	0,0056	0,0056
4774,3	4304,67	4774,32	4304,67	4774,32	4304,68	0,008	0,0094	0,0094
4596,46	4126,57	4596,48	4126,57	4596,47	4126,57	-0,004	0,0022	0,0045
4783,48	3997,4	4783,48	3997,41	4783,49	3997,41	0,003	-0,0037	0,0051

Pada koreksi geometrik juga dilakukan perhitungan *Strength of Figure (SoF)* atau kekuatan jaring, dari titik-titik GCP diperoleh desain jaring seperti berikut :



Gambar 4. 7 Desain jaring

Hasil perhitungan *sof* dari desain jaring diatas yaitu :

Jumlah *Baseline*: 15

Jumlah Titik : 9

N Ukuran : Jumlah *Baseline* x 3 = 45

N Parameter : Jumlah Titik x 3 = 27

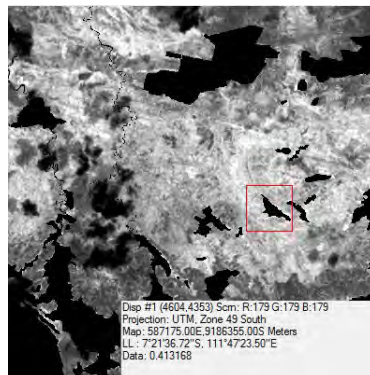
U : N Ukuran - N Parameter = 18

$$SoF = \frac{(Trace[A \times AT] - 1)}{u} = 0.1962$$

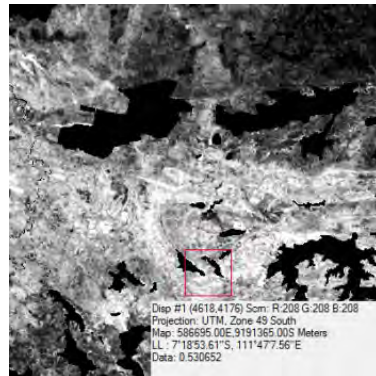
Matriks dari perhitungan *sof* dapat dilihat pada lampiran 1, perhitungan *SoF* menggunakan perhitungan perataan parameter. Semakin kecil nilai *sof* yang didapatkan maka kekuatan dari jaring semakin baik dan jika semakin besar nilai *sof* yang didapatkan maka kekuatan jaring tidak baik.

#### 4.1.4 Perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

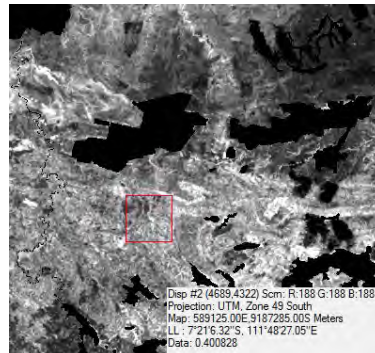
Perhitungan *NDVI* ini dilakukan pada ketiga citra yaitu citra SPOT-4 tahun 2012, citra Landsat-8 tahun 2013 dan 2014. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan peta sebaran *NDVI* pada masing – masing tahun dan peta sebaran Biomassa masing – masing tahun.



(a)



(b)



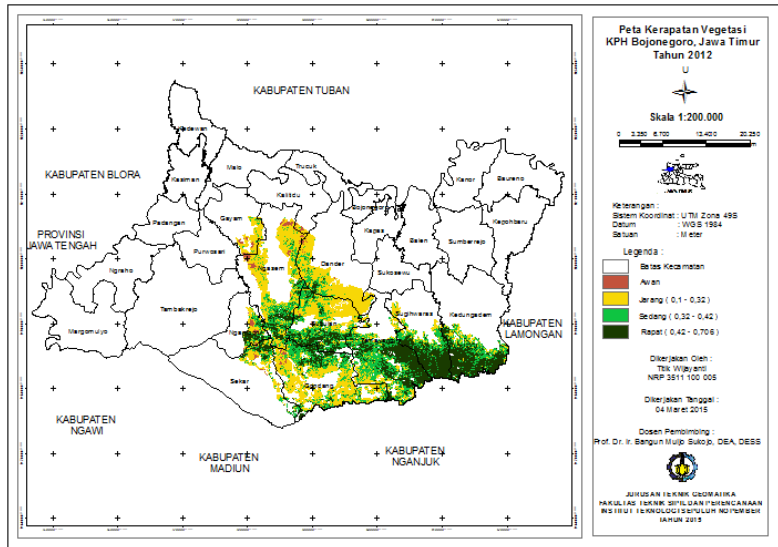
(c)

Gambar 4. 8 (a) hasil Perhitungan *NDVI* citra SPOT-4 2012, (b) hasil perhitungan *NDVI* citra Landsat-8 2013, (c) hasil perhitungan *NDVI* citra Landsat-8 2014

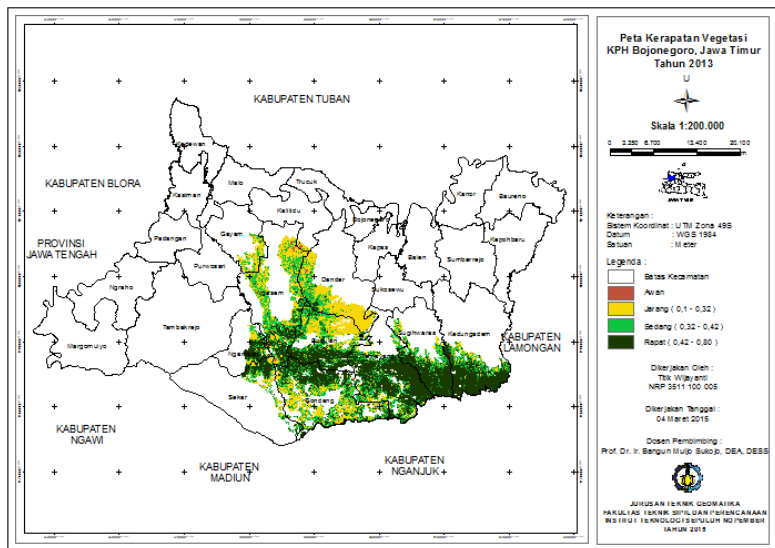
Pada citra SPOT-4 tahun 2012 nilai *NDVI* berkisar antara 0,045731 sampai 0,706026, dan pada citra Landsat-8 tahun 2013 nilai *NDVI* berkisar antara -0,52535 sampai 0, 806857. Sedangkan pada citra Landsat-8 tahun 2014 nilai *NDVI* berkisar antara -0.044815 sampai 0.802676. Menurut Lillesand & Kiefer (1997) menyatakan bahwa perbedaan nilai reflektan yang bervariasi selain dipengaruhi karakteristik vegetasi, seperti umur dan jenis pohon,

struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer. Sehingga nilai *NDVI* yang dihasilkan juga bervariasi.

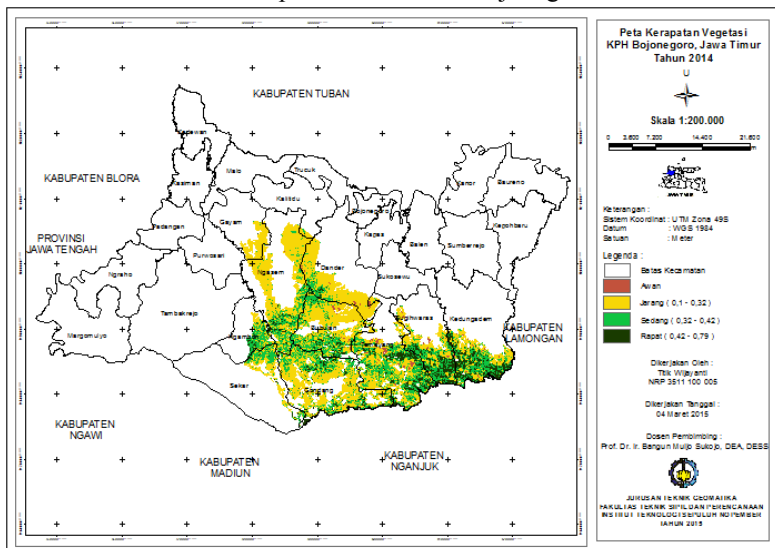
Peta hasil perhitungan *NDVI* adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 9 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2012



Gambar 4. 10 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2013



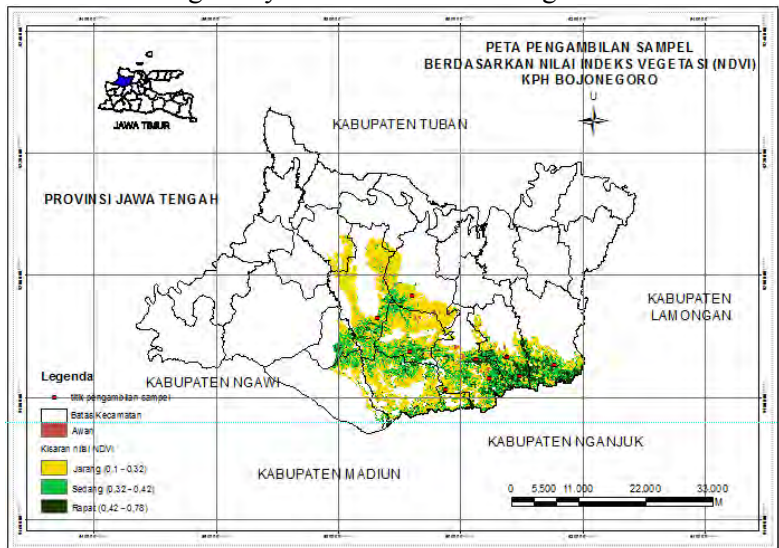
Gambar 4. 11 Peta kerapatan hutan KPH Bojonegoro tahun 2014



Nilai *NDVI* pada citra tahun 2014 mempunyai perbedaan dengan citra tahun 2012 dan 2013 dikarenakan pada citra tahun 2014 terdapat banyak awan, sehingga nilai *NDVI* lebih banyak yang bernilai negatif.

#### 4.1.5 Persebaran Sampel Berdasarkan nilai *NDVI*

Pada penelitian ini sampel diambil berdasarkan kelas dari nilai *NDVI*, nilai *NDVI* dibagi menjadi 3 kelas, yaitu jarang, sedang dan rapat. Titik sampel diambil sebanyak 9 titik, dari 9 titik sampel terdiri dari 3 titik yang mewakili kelas jarang, 3 titik mewakili kelas sedang dan 3 titik lainnya merupakan perwakilan kelas rapat. Persebaran sampel berdasarkan nilai indeks vegetasi yaitu *NDVI* adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 12 Peta persebaran pengambilan sampel berdasarkan nilai indeks vegetasi (*NDVI*) KPH Bojonegoro

Titik – titik sampel ditampilkan dengan citra Landsat-8 tahun 2014 yang telah dilakukan perhitungan *NDVI*, tujuan dari pertampalan tersebut

adalah untuk mengetahui nilai *NDVI* masing – masing titik. Hal ini berguna pada saat melakukan perhitungan korelasi antara nilai *NDVI* masing – masing titik dengan Biomassa yang diperoleh dilapangan. Sehingga dapat ditulis pada tabel adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 4 tabel identifikasi nilai *NDVI* pada masing-masing titik

No Sampel	Koordinat		nilai <i>NDVI</i>
	X	Y	
Plot 1	586350	9192848	0,2412
Plot 2	592065	9196657	0,2501
Plot 3	591720	9187484	0,3430
Plot 4	597593	9181275	0,3449
Plot 5	602461	9186220	0,4532
Plot 6	604733	9182947	0,2321
Plot 7	607678	9186463	0,3679
Plot 8	609658	9183328	0,5321
Plot 9	615360	9185136	0,5091

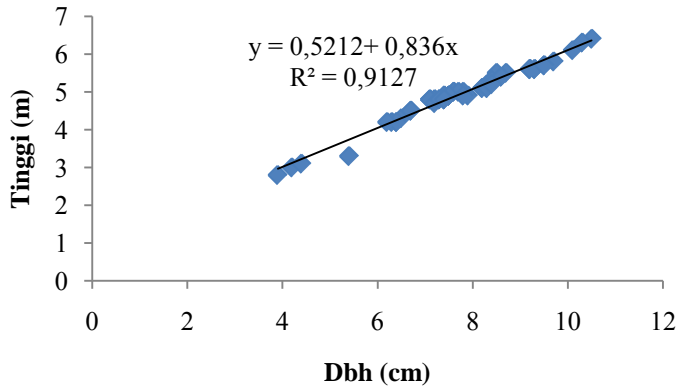
## 4.2 Analisa

### 4.2.1 Hasil Penyusunan Persamaan Allometrik

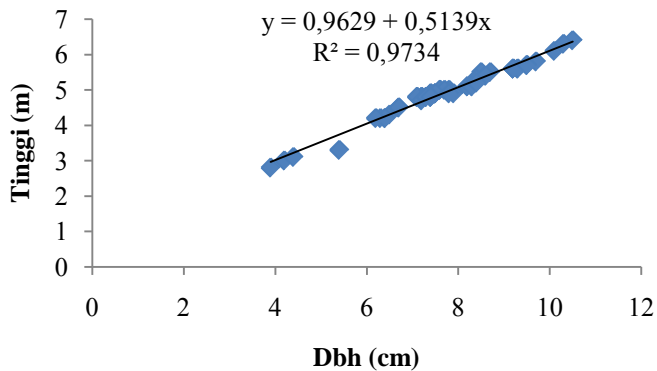
Untuk melakukan perhitungan Biomassa di Lapangan menggunakan Persamaan Allometrik yang disusun berdasarkan data diameter pohon setinggi dada (Dbh) dan data tinggi pohon yang diperoleh dari pengukuran lapangan, metode yang digunakan yaitu metode *nondestructive sampling* atau disebut dengan tanpa pemanenan dan tanpa merusak pohon.

Dari masing – masing titik sampel dapat disusun persamaan allometrik, sehingga persamaan yang telah tersusun akan dilakukan uji keterandalan model dengan menggunakan Koefisien Determinasi ( $R^2$ ), model persamaan yang mempunyai ketelitian relatif

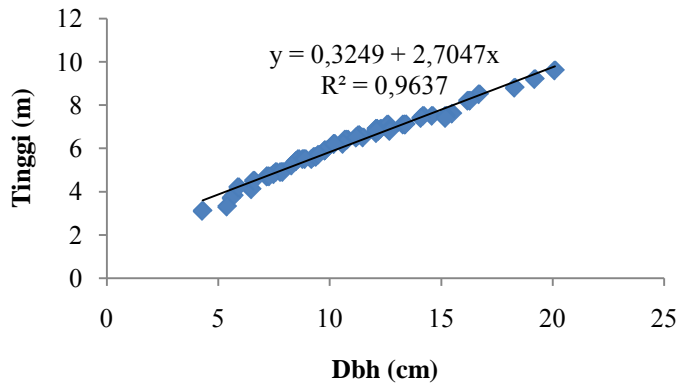
paling besar nantinya akan digunakan untuk menghitung biomassa secara keseluruhan, pada kurva dibawah merupakan gambar penyusunan persamaan allometrik dengan hasil sebagai berikut :



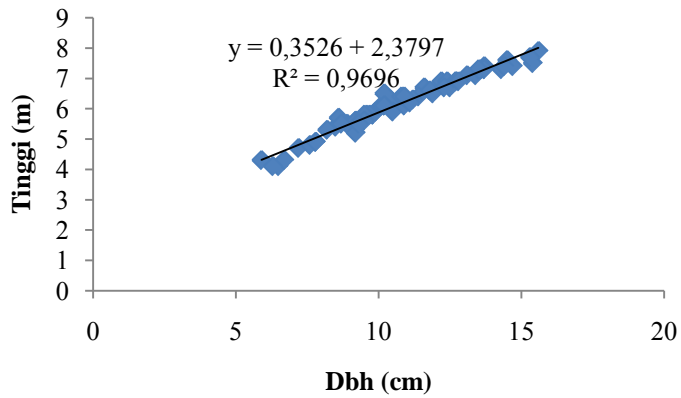
Gambar 4. 13 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 1



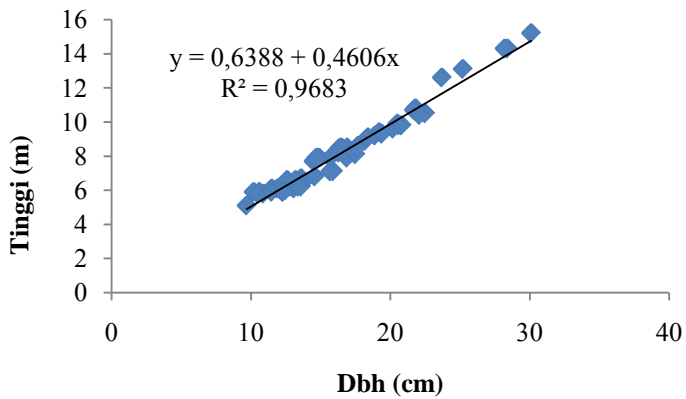
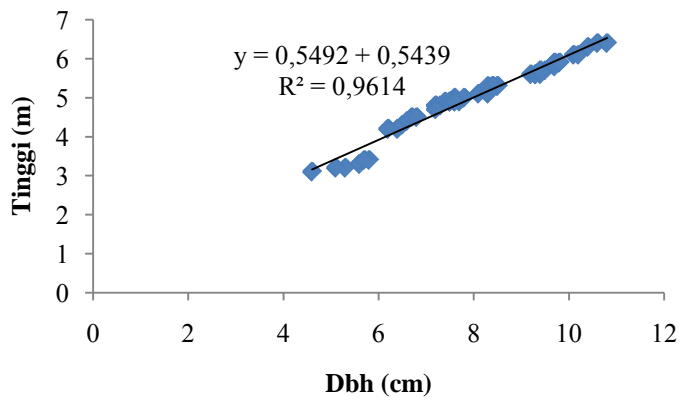
Gambar 4. 14 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 2

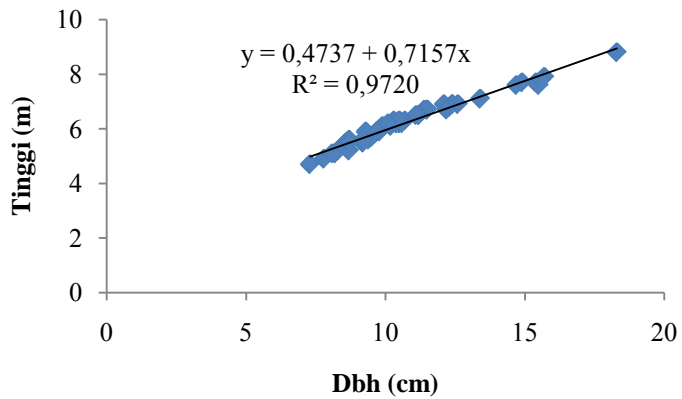


Gambar 4. 15 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 3

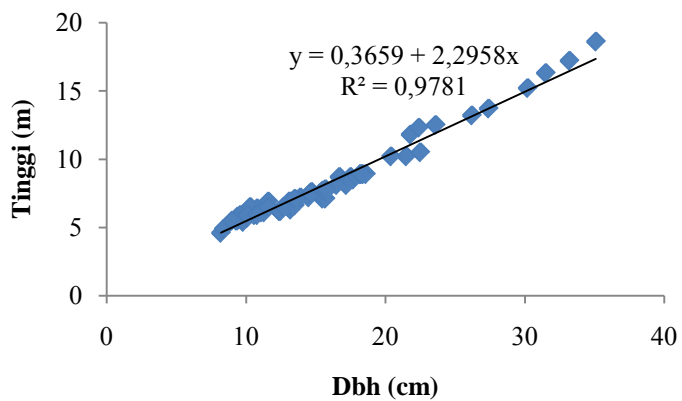


Gambar 4. 16 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 4

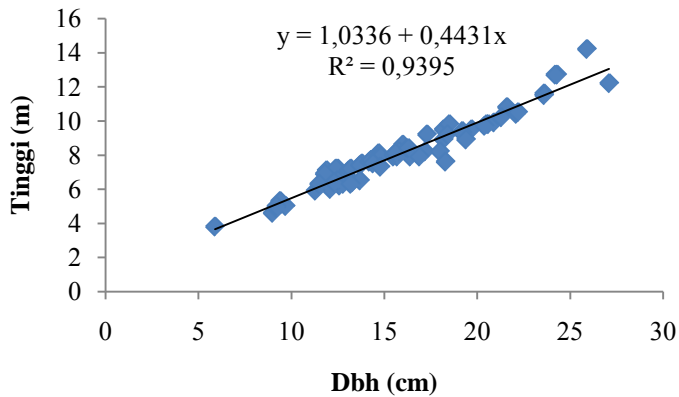
Gambar 4. 17 kurva hasil persamaan *allometrik* pada plot 5Gambar 4. 18 kurva hasil persamaan *allometrik* pada plot 6



Gambar 4. 19 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 7



Gambar 4. 20 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 8



Gambar 4. 21 kurva hasil persamaan allometrik pada plot 9 pada tabel 4.5 telah dirangkum hasil persamaan allometrik yang dibentuk berdasarkan data diameter pohon setinggi dada (dbh) dan data tinggi pohon pada setiap titik sampel.

Tabel 4. 5 Model persamaan allometrik pada setiap titik sampel

No	Persamaan Allometrik	Koefisien Determinasi (%)
Plot 1	$B = 0,5212. D^{0,836}$	91,27%
Plot 2	$B = 0,9629. D^{0,5139}$	97,34%
Plot 3	$B = 0,3249. D^{2,7047}$	96,37%
Plot 4	$B = 0,3526. D^{2,3797}$	96,96%
Plot 5	$B = 0,6388. D^{0,4606}$	96,83%
Plot 6	$B = 0,5492. D^{0,5439}$	96,14%
Plot 7	$B = 0,4737. D^{0,7157}$	97,20%
Plot 8	$B = 0,3659. D^{2,2958}$	97,81%
Plot 9	$B = 1,0336. D^{0,4431}$	93,95%

Menurut Ketterings *et al.* (2001), pemilihan variabel Dbh akan meningkatkan efisiensi pengukuran dan mengurangi ketidakpastian pada hasil pengukuran berdasarkan persamaan yang telah dibentuk. Sedangkan pemilihan variabel tinggi pohon cenderung

akan menurunkan efisiensi pengukuran karena variabel tinggi pohon lebih sulit diukur dari pada Dbh. Sehingga variabel Dbh dipilih untuk menyusun persamaan allometrik.

Dari nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) dapat dilihat bahwa rata – rata persamaan allometrik yang dibentuk mempunyai keterandalan model persamaan yang baik karena nilai rata – rata koefisien determinasinya yaitu  $R^2 \geq 0,5$  atau 50%. Dari persamaan allometrik plot 1 sampai plot 9 didapatkan persamaan  $B = 0,3659x D^{2,2958}$  yang mempunyai nilai  $R^2$  tertinggi yaitu 97,81%, dan mempunyai jumlah pohon terbanyak dalam plot yaitu 74 Pohon, sehingga persamaan yang digunakan dalam perhitungan Biomassa secara keseluruhan adalah persamaan  $B = 0,3659x D^{2,2958}$ , namun persamaan tersebut merupakan persamaan yang mempunyai ketelitian relatif, dalam Persamaan Allometrik  $B$  merupakan Biomassa yang dicari dan  $D$  merupakan diameter pohon setinggi dada (dbh).

#### 4.2.2 Hasil Perhitungan Biomassa di Lapangan

Biomassa di Lapangan dihitung menggunakan persamaan allometrik terpilih pada plot 8 yaitu  $B = 0,3659 \cdot D^{2,2958}$ , pada persamaan allometrik terpilih mempunyai ketelitian relatif  $R^2$  tertinggi yaitu 97,81% dan dalam plot 8 mempunyai jumlah pohon terbanyak yaitu 74 pohon, sehingga persamaan tersebut digunakan untuk menghitung Biomassa secara keseluruhan. Dari hasil perhitungan Biomassa perplot maka didapatkan hasilnya sebagai berikut :



Tabel 4. 6 Hasil perhitungan biomassa pada masing-masing titik sampel

No.sampel	nilai NDVI	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (Ton/ha)	Keterangan
1	0,24118	27502,44	27,502	kelas jarang
2	0,25011	29525,33	29,525	kelas jarang
3	0,34305	70713	70,713	kelas sedang
4	0,34492	67932,78	67,93	kelas sedang
5	0,45322	185116,67	185,12	kelas rapat
6	0,23207	27870	27,87	kelas jarang
7	0,36795	66217,44	66,22	kelas sedang
8	0,5321	189266,33	189,26	kelas rapat
9	0,50911	186924,78	186,92	kelas rapat

Dari hasil perhitungan Biomassa pada masing - masing pohon yang ada dalam plot dijumlahkan sehingga dapat diketahui Biomassa total dalam plot, maka dapat diketahui nilai Biomassa untuk luas area 1 hekta.

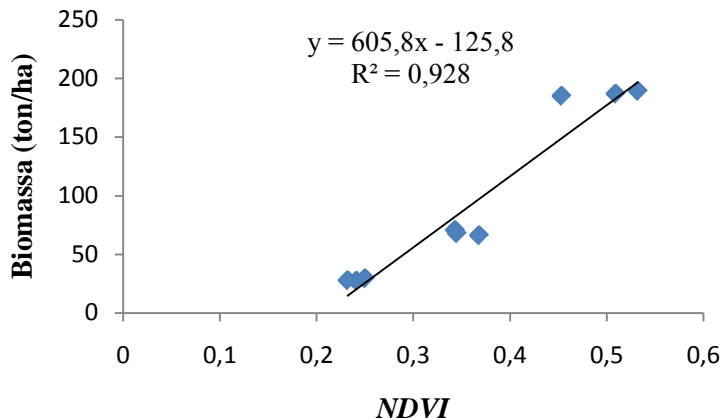
Luas plot dalam semua titik sampel yaitu berukuran 30x30 m atau 900 m<sup>2</sup> di Lapangan, sehingga luas plot digunakan untuk mengkonversi total Biomassa dalam 1 hektar pada masing – masing titik sampel. Pada perhitungan diperoleh nilai Biomassa yang paling besar yaitu pada plot sampel 8 yang merupakan kelas rapat yaitu sebesar 189,26 ton/ha. Sedangkan nilai rata – rata Biomassa pada kelas jarang yaitu sebesar 28,299 ton/ha, nilai rata – rata Biomassa pada kelas sedang yaitu 68,29 ton/ha, dan nilai rata – rata Biomassa pada kelas rapat yaitu 187,1 ton/ha. Perbedaan hasil rata – rata nilai Biomassa pada masing – masing kelas disebabkan jumlah pohon yang ada dalam plot dan diameter pohon setinggi dada (dbh) yang ada dalam plot, semakin besar jumlah pohon dan semakin besar

diameter pohon setinggi dada (dbh) maka nilai Biomassa yang diperoleh akan semakin besar dan sebaliknya (Hairiah, 2007). Perbedaan Biomassa juga dipengaruhi oleh Kerapatan tegakan yang juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya biomassa (Satoo dan Madgwick, 1982).

#### 4.2.3 Analisis Korelasi *NDVI* dengan Biomassa di Lapangan

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara *NDVI* dengan hasil perhitungan Biomassa di Lapangan.

Pada gambar 4.22 merupakan hubungan antara nilai *NDVI* pada citra dengan Biomassa di lapangan.



Gambar 4. 22 Hasil korelasi nilai *NDVI* dengan Biomassa

Pada hasil kurva diatas menunjukkan bahwa hubungan nilai *NDVI* dengan Biomassa di lapangan mempunyai hubungan positif atau searah yaitu dengan adanya kenaikan variabel nilai *NDVI* maka variabel Biomassa juga meningkat. Pada tabel 4.7 merupakan nilai *NDVI* pada citra dan Biomassa di Lapangan pada masing – masing plot sampel yang sudah dikonversi kedalam luasan perhektar.

Tabel 4. 7 identifikasi nilai *NDVI* dan Biomassa perplot sampel

No.Sampel	<i>NDVI</i>	Biomassa (ton/ha)
1	0,24118	27,502
2	0,25011	29,525
3	0,34305	70,713
4	0,34492	67,93
5	0,45322	185,12
6	0,23207	27,87
7	0,36795	66,22
8	0,5321	189,26
9	0,50911	186,92
<b>Nilai Korelasi (r)</b>		0,963382369

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai koefisien korelasi yaitu 0,9634, ini menunjukkan hubungan kuat antara nilai *NDVI* dengan Biomassa di Lapangan. Jika nilai korelasi mendekati angka 1 maka hubungan antara dua variabel semakin kuat. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Yaya *et al.*(2005) yang menyatakan bahwa nilai korelasi yang dihasilkan Kuat ( $r > 0.70$ ).hal ini dikarenakan nilai Biomassa di Lapangan dipengaruhi oleh kerapatan atau jumlah populasi dalam plot dan besar diameter pohon yang ada dalam plot.

Untuk mengetahui nilai korelasi signifikan atau tidak, maka dilakukan uji hipotesis menggunakan :

$$r_{hitung} > r_{tabel}(\alpha, n-2)$$

dengan taraf signifikasi : 0,05

n merupakan banyak sampel, sehingga  $9-2 = 7$ , maka hasil signifikasi 0,05 pada tabel r ke 7 yaitu 0,5822 dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa  $r_{hitung} > r_{tabel}(0,9634 > 0.5822)$ , sehingga secara nyata nilai *NDVI* berhubungan dengan Biomassa. Hal ini dikarenakan pada saat pengeplotan sampel lapangan pada peta kerapatan vegetasi, dipilih lokasi yang

mempunyai nilai *NDVI* tinggi, sehingga hasilnya lebih teliti.

Apabila biomassa dihitung berdasarkan persamaan yang didapatkan dari hasil korelasi antara nilai *NDVI* pada citra dengan biomassa di lapangan, mempunyai selisih yang cukup jauh pada tiap-tiap kelas klasifikasi, lebih jelasnya terdapat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Biomassa Berdasarkan Citra dan Pengukuran

No	Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014		Ket
	citra	Pengukuran	citra	Pengukuran	citra	Pengukuran	
1	12,016	14,971	18,07	21,284	20,271	28,29	kelas Jarang
2	55,606	45,188	58,103	56,471	87,441	68,287	kelas sedang
3	143,42	143,715	154,48	164,741	175,975	187,1	Kelas Rapat
<b>Jumlah</b>	211,042	203,874	230,653	242,496	283,687	283,677	

Berdasarkan tabel 4.8 kelas jarang pada tahun 2012 perhitungan berdasarkan citra dan diameter pohon mempunyai selisih 7,168 ton. Pada tahun 2013 mempunyai selisih 11,843 ton, dan pada tahun 2014 mempunyai selisih 0,01 ton. Perhitungan menggunakan persamaan yang dibentuk pada uji korelasi dan menghasilkan nilai biomassa tiap kelas yang mempunyai selisih cukup jauh dengan nilai biomassa yang dihitung menggunakan diameter pohon, hal ini dikarenakan pada saat mengeplot nilai *NDVI* pada citra tidak sama persis dengan lokasi pengukuran di lapangan yang sebenarnya, sehingga dapat menyebabkan perbedaan antara nilai biomassa yang diukur berdasarkan diameter pohon dengan nilai biomassa yang dihitung menggunakan nilai *NDVI* pada citra.

#### 4.2.4 Hasil Uji Distribusi Normal dan Uji-f Data Sampel

Syarat untuk melakukan uji F, Data yang dilakukan uji distribusi normal dan uji f adalah sampel yang berdasarkan pengukuran di lapangan. Dari hasil perhitungan yaitu didapatkan :

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Distribusi Normal

Jumlah Data sampel	Mean	Standar Deviasi	L hitung	L tabel
4334,3	11,59	1841,52	0,1729	0,19

Untuk menguji Hipotesis menggunakan:

$L_{\text{Hitung}} < L_{\text{tabel}}$ ,

Sehingga  $H_0$  diterima, berdasarkan tabel 4.8 diketahui  $L_{\text{hitung}} < L_{\text{tabel}}$ ,  $0,1729 < 0,19$ .

Sehingga data yang didapatkan berdistribusi normal. Dan selanjutnya dapat dilakukan Uji F.

Uji F dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari data sampel, apabila data sampel yang didapatkan lebih dari 2 kelompok data sampel maka menggunakan uji f untuk menganalisa data sampel tersebut.

Rumus tersebut merupakan rumus uji-f yaitu  $Y_{ij}$  adalah total sampel dari j ke i,  $Y_i$  adalah rata-rata sampel ke I, n adalah jumlah data sampel dan Y adalah rata-rata total. Uji f dilakukan pada masing – masing kelas pada populasi sampel.

a. Uji f untuk Data sampel NDVI rapat

Tabel 4. 10rekapitulasi uji F pada NDVI rapat

Sumber Variasi	Dk	Jk	Rjk	F
Rata – rata	1	52743,58	52743,58	1,455
Antar Kelompok	2	74,692	37,346	
Dalam Kelompok	208	5338,75	25,667	
Total	211	58157,02		

Berdasarkan tabel 4.8 nilai uji f yaitu 1,455. dk pembilang adalah 2, dan dk penyebut adalah 208. untuk menguji hipotesis yang digunakan yaitu :

$H_0$  diterima jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$

Dengan taraf signifikansi = 0,05

Sehingga dari tabel f yang mempunyai taraf signifikansi 0,05, dk pembilang 2, dan dk penyebut 208 hasilnya

yaitu 3,04. Maka diperoleh nilai  $(1,455 < 3,04)$  sehingga  $H_0$  diterima berarti ada kesamaan dari rata – rata sampel populasi pada sampel kelas rapat.

b. Uji f untuk Data sampel *NDVI* Sedang

Tabel 4. 11 rekapitulasi uji F pada *NDVI* sedang

Sumber Variasi	Dk	Jk	Rjk	F
Rata – rata	1	22757,88	22757,88	0,317
Antar Kelompok	2	4,75	2,375	
Dalam Kelompok	193	1446,85	7,497	
Total	196	24209,48		

Berdasarkan tabel 4.9 nilai uji f yaitu 0,314. dk pembilang adalah 2, dan dk penyebut adalah 193. Sehingga dari tabel f yang mempunyai taraf signifikansi 0,05, dk pembilang 2, dan dk penyebut 193 hasilnya yaitu 3,04. Maka diperoleh nilai  $(0,314 < 3,04)$  sehingga  $H_0$  diterima berarti ada kesamaan dari rata – rata sampel populasi pada sampel kelas sedang.

c. Uji f untuk Data sampel *NDVI* jarang.

Tabel 4. 12 rekapitulasi uji F pada *NDVI* jarang

Sumber Variasi	Dk	Jk	Rjk	F
Rata - rata	1	10826,73	10826,73	0,248
Antar Kelompok	2	1,02	0,51	
Dalam Kelompok	173	356,29	2,059	
Total	176	11184,04		

Berdasarkan tabel 4.10 nilai uji f yaitu 0,248. dk pembilang adalah 2, dan dk penyebut adalah 176. Sehingga dari tabel f yang mempunyai taraf signifikansi 0,05, dk pembilang 2, dan dk penyebut 176 hasilnya yaitu 3,05. Maka diperoleh nilai  $(0,248 < 3,05)$  sehingga  $H_0$  diterima berarti ada kesamaan dari rata – rata sampel populasi pada sampel kelas jarang.

#### 4.2.5 Hasil Perhitungan Biomassa Tahun 2012, 2013 dan Tahun 2014

Biomassa pada tahun 2012, 2013 dan tahun 2014 dihitung menggunakan persamaan allometrik yang mempunyai nilai koefisien determinasi paling tinggi

yaitu menggunakan persamaan  $B = 0,3659x D^{2,2958}$ . Dengan menghitung Biomassa perpohon yang ada dalam plot sampel, sehingga diketahui besar biomassa perpohon dalam satuan Kilo gram (Kg), setelah diketahui biomassa perpohon maka dapat diketahui besar biomassa perplot, yang kemudian dikonversi ke dalam satuan hektar (Ha). Hasil dari perhitungan biomassa pada masing tahun – tahun dirangkum pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2012, 2013 dan 2014

No	Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014		Keterangan
	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	
1	14.325,67	14,326	20833,119	20,83	27502,44	27,502	kelas jarang
2	15.577,67	15,578	22071,178	22,07	29525,33	29,525	kelas jarang
3	49.191,06	49,19	60153,57	60,15	70713	70,713	kelas sedang
4	44.115,667	44,116	55553,058	55,553	67932,78	67,93	kelas sedang
5	142.067,41	142,07	162937,376	162,94	185116,67	185,12	kelas rapat
6	15.006,59	15,01	20952,8	20,953	27870	27,87	kelas jarang
7	42.258,001	42,258	53713,94	53,71	66217,44	66,22	kelas sedang
8	146.791,15	146,79	167816,77	167,817	189266,33	189,26	kelas rapat
9	142.285,77	142,286	163471,79	163,47	186924,78	186,92	kelas rapat

Dari hasil perhitungan biomassa pada tahun 2012, pada kelas rapat menunjukkan nilai biomassa lebih besar dari pada kelas sedang dan kelas jarang, hasil tertinggi yaitu terdapat pada plot 8 yaitu 146,79 ton/ha dan terendah yaitu 14,326 ton/ha yang terdapat pada plot 1, sedangkan nilai biomassa rata – rata pada kelas jarang yaitu 14,971 ton/ha. pada kelas sedang yaitu 45,188 ton/ha, dan pada kelas rapat yaitu 143,715 ton/ha.

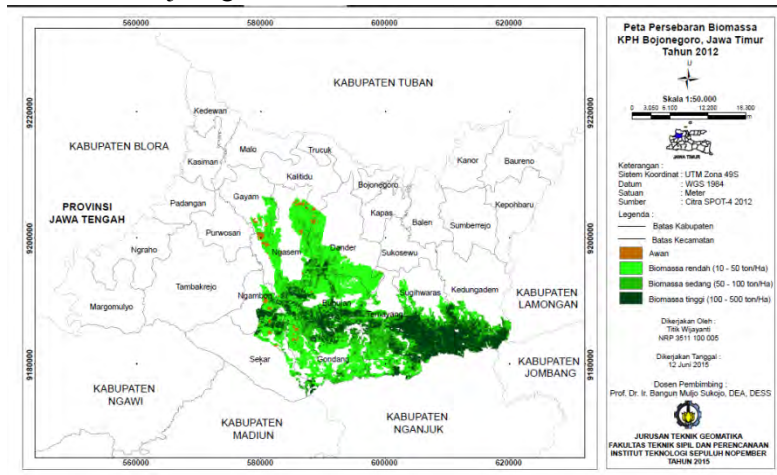
Pada tahun 2013 nilai biomassa tertinggi terdapat pada plot 8 yaitu 167,817 ton/ha. Dan terendah pada plot 1 yaitu sebesar 20,83 ton/ha, plot 1 merupakan kelas jarang, untuk rata – rata pada kelas jarang yaitu sebesar 21,284 ton/ha, pada kelas sedang yaitu 56,471

ton/ha. Dan pada kelas rapat yaitu sebesar 164,74 ton/ha.

Kemudian pada tahun 2014 nilai biomassa tertinggi pada kelas rapat plot 8 yaitu 189,26 ton/ha, dan terendah pada plot 1 yaitu sebesar 27,502 ton/ha. Untuk nilai rata – rata biomassa pada setiap kelas yaitu pada kelas jarang sebesar 28,299 ton/ha, pada kelas sedang yaitu 68,287 ton/ha. Dan pada kelas rapat yaitu sebesar 187,1 ton/ha.

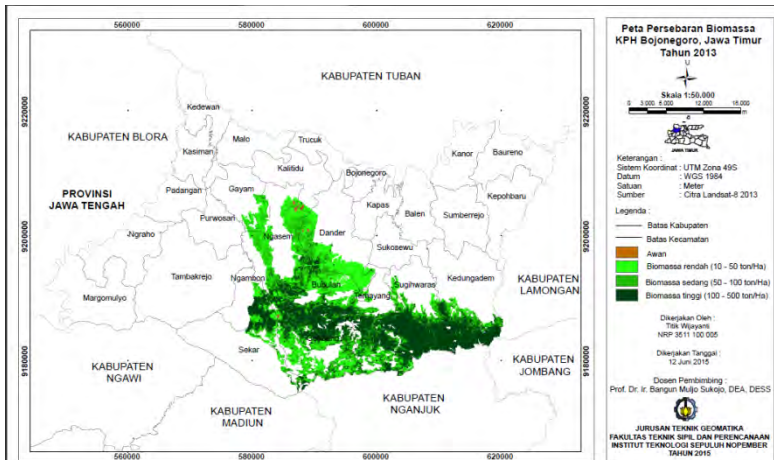
#### 4.2.6 Peta Persebaran Biomassa Tahun 2012, 2013 dan 2014

Untuk mengetahui pola sebaran biomassa yang ada di KPH Bojonegoro secara spasial, maka dibuatlah peta sebaran Biomassa. Peta persebaran Biomassa ini telah ditampilkan dengan peta vektor area KPH Bojonegoro untuk menghilangkan area yang bukan merupakan area hutan KPH Bojonegoro dan ditampilkan dengan peta administrasi Kabupaten Bojonegoro.

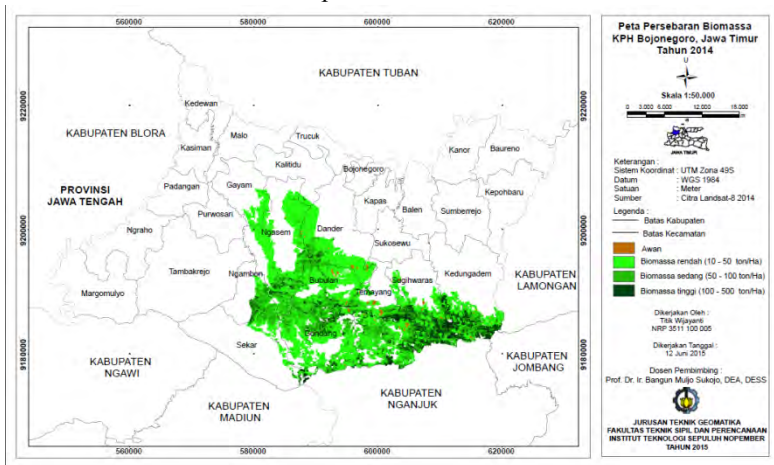


Gambar 4. 23 Peta persebaran Biomassa tahun 2012





Gambar 4. 24 Peta persebaran Biomassa tahun 2013



Gambar 4. 25 Peta persebaran Biomassa tahun 2014

#### 4.2.7 Evaluasi Potensi Biomassa Atas Permukaan Hutan

##### a. Biomassa Tahun 2012

Biomassa pada tahun 2012 mempunyai nilai yang paling rendah dari pada tahun 2013, dan 2014. berikut ini adalah hasil perhitungan dari Biomassa tahun 2012.

Tabel 4. 14 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2012

No	Kelas Jarang		Kelas Sedang		Kelas Rapat	
	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)
1	14.325,67	14,326	49.191,06	49,19	14.2067,41	142,07
2	15.577,67	15,578	44.115,667	44,116	14.6791,15	146,79
3	15.006,59	15,01	42.258,001	42,258	14.2285,77	142,286
<b>Rata-rata</b>	14.969,977	14,971	45.188,243	45,188	143.714,777	143,715

Berdasarkan tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai rata – rata biomassa Pada tahun 2012, memiliki perbedaan antar kelas *NDVI*, pada kelas jarang rata – rata Biomassa yaitu 14.969,98 Kg/ha, yang dikonversi kedalam satuan ton yaitu 14,971 ton/ha. Pada kelas sedang rata-rata Biomassa yaitu 45.188,24 Kg/ha, dan menjadi 45,188 ton/ha. Sedangkan pada kelas rapat rata-rata Biomassa sebesar 143.714,78 Kg/ha, dan dikonversi kedalam satuan ton yaitu 143,715 ton/ha. Dari hasil rata-rata perkelas dijumlahkan sehingga Biomassa tahun 2012 yaitu sebesar 203,874 ton/ha.

b. Biomassa Tahun 2013

Berikut ini adalah hasil perhitungan dari Biomassa tahun 2013.

Tabel 4. 15 Hasil perhitungan Biomassa tahun 2013

No	Kelas Jarang		Kelas Sedang		Kelas Rapat	
	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)
1	20.833,12	20,83	60.153,57	60,15	162937,38	162,94
2	22.071,18	22,07	55.553,06	55,55	167816,77	167,82
3	20.952,80	20,953	53.713,94	53,71	163471,79	163,47
<b>Rata - Rata</b>	21.285,699	21,284	56.473,523	56,471	164.741,979	164,742

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa nilai rata – rata Biomassa Pada tahun 2013, memiliki perbedaan antar kelas *NDVI*, pada kelas jarang rata – rata biomassa yaitu 21.285,699 Kg/ha, yang dikonversi kedalam satuan ton yaitu 21,28 ton/ha. Pada kelas sedang rata-rata Biomassa yaitu 56.473,523

Kg/ha, dan menjadi 56,471 ton/ha. Sedangkan pada kelas rapat rata-rata Biomassa sebesar 164.714,98 Kg/ha, dan dikonversi kedalam satuan ton yaitu 164,742 ton/ha. Dari hasil rata-rata perkelas dijumlahkan sehingga Biomassa tahun 2013 yaitu sebesar 242,493 ton/ha.

c.Biomassa Tahun 2014

Berikut ini adalah hasil perhitungan dari Biomassa tahun 2014.

Tabel 4. 16Hasil perhitungan Biomassa tahun 2014

No	Kelas Jarang		Kelas Sedang		Kelas Rapat	
	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)	Biomassa (Kg/ha)	Biomassa (ton/ha)
1	27.502,44	27,50	70.713,00	70,71	185.116,67	185,12
2	29.525,33	29,52	67.932,78	67,93	189.266,33	189,26
3	27.870,00	27,87	66.217,44	66,22	186.924,78	186,92
<b>Rata - Rata</b>	28.299,256	28,299	68.287,74	68,287	187.102,593	187,1

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa nilai rata – rata Biomassa Pada tahun 2014, memiliki perbedaan antar kelas *NDVI*, pada kelas jarang rata – rata Biomassa yaitu 28.299,26 Kg/ha, yang dikonversi kedalam satuan ton yaitu 28,299 ton/ha. Pada kelas sedang rata-rata Biomassa yaitu 68.287,74 Kg/ha, dan menjadi 68,288 ton/ha. Sedangkan pada kelas rapat rata-rata Biomassa sebesar 187.102,59 Kg/ha, dan dikonversi kedalam satuan ton yaitu 187,1 ton/ha. Dari hasil rata-rata perkelas dijumlahkan sehingga Biomassa tahun 2014 yaitu sebesar 283,687 ton/ha.

Dari total Biomassa masing-masing tahun dapat diketahui Biomassa hutan produksi di KPH Bojonegoro mengalami peningkatan, nilai biomassa atas permukaan hutan produksi pada tahun 2012 yaitu 203,874 ton/Ha, dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 242,493 ton/Ha, dan pada tahun 2014 yaitu sebesar 283,687 ton/Ha. Hal ini dikarenakan pada sekitar lokasi pengambilan sampel tidak pernah dilakukan

penebangan oleh KPH Bojonegoro, sehingga pada tahun 2012, 2013 dan 2014 meningkat, pihak KPH Bojonegoro melakukan penebangan pada pohon yang sudah berusia 50 tahun keatas dan melihat kondisi pohon, sehingga pohon yang mempunyai kualitas yang jelek juga ikut ditebang atau disebut dengan penjarangan. Whitten *et al* (1984) menyatakan bahwa pembukaan hutan dan perubahan dalam penggunaan lahan yang disebabkan oleh kegiatan pemanenan akan mengakibatkan pengurangan biomasa dalam jumlah yang sangat besar, yaitu 100 ton/ha di hutan dataran rendah. Semakin menurunnya jumlah biomasa tersebut akan membawa dampak negatif terhadap kelangsungan ekosistem hutan terutama dalam ketersediaan unsur hara dan kesuburan tanah. sampel yang diukur tidak berumur 50 tahun keatas sehingga tidak mengalami perubahan lahan hutan.

Untuk mengetahui total biomassa atas permukaan hutan KPH Bojonegoro berdasarkan luas hutan produksi KPH Bojonegoro maka dikalikan dengan total Biomassa pada masing – masing tahun dengan luas hutan produksi pada masing – masing tahun yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 17 Total biomassa berdasarkan luas hutan produksi

No	Tahun	Luas Hutan Produksi (Ha)	Biomassa (ton/Ha)	Total Biomassa (ton)
1	2012	49.092,2	203,874	10.008.623,18
2	2013	49.092,2	242,493	11.904.514,85
3	2014	41.309	283,687	11.718.826,28

Berdasarkan tabel 4.17 biomassa pada tahun 2012 total biomassa berdasarkan luas hutan produksi yaitu sebesar 10.008.623,18 ton. Pada tahun 2013 yaitu 11.904.514,85 ton. Dan pada tahun 2014 sebesar 11.718.826,28 ton. Peningkatan total biomassa atas permukaan hutan yaitu disebabkan peningkatan besar diameter pohon dalam lokasi pengambilan sampel,

menurut Hairiah (2007) semakin besar diameter pohon maka semakin besar nilai biomassa yang ada didalamnya, dan jika semakin kecil diameter pohon maka semakin kecil pula nilai biomassa yang dikandungnya.

#### 4.2.8 Perubahan Pola Persebaran Biomassa Hutan

Berdasarkan peta biomassa hutan pada masing – masing tahun, dapat diketahui pola persebaran biomassa hutan di KPH Bojonegoro mengalami perubahan pada biomassa rendah, biomassa jarang, maupun biomassa tinggi, lebih jelasnya lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.18 luas kelas biomassa pada tahun 2012

No	Nama Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Biomassa tinggi	20.282,55	41,316
2	Biomassa sedang	18.247,74	37,17
3	Biomassa rendah	10.561,91	21,514
<b>Total</b>		<b>49.092,20</b>	<b>100</b>

Pada tabel 4.18, kelas biomassa tinggi mempunyai luas yang paling besar yaitu 20.282,55 Ha, dan kelas biomassa rendah mempunyai luas yang paling sedikit yaitu 10.561,91 Ha. Sedangkan untuk pola persebaran masing – masing kelas, pada biomassa tinggi dominan tersebar di Kecamatan Sugihwaras, Kecamatan Kedungadem, Kecamatan Temayang, dan Kecamatan Bubulan. Pada biomassa sedang dominan tersebar di Kecamatan Temayang, Kecamatan Ngambon dan Kecamatan Sekar. Sedangkan pada biomassa rendah dominan tersebar di Kecamatan Ngasem, Kecamatan Dander, dan Kecamatan Gondang.

Tabel 4.19 luas kelas biomassa pada tahun 2013

No	Nama Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Biomassa tinggi	26.454,35	53,887
2	Biomassa sedang	10.605,71	21,604
3	Biomassa rendah	12.032,14	24,509
<b>Total</b>		<b>49.092,20</b>	<b>100</b>

Pada tabel 4.19, kelas biomassa tinggi mempunyai luas yang paling besar yaitu 26.454,35 Ha, dan kelas biomassa sedang mempunyai luas yang paling sedikit yaitu 10.605,71 Ha. Sedangkan untuk pola persebaran masing – masing kelas, pada biomassa tinggi dominan tersebar di Kecamatan Kedungadem, Kecamatan Sugihwaras, Kecamatan Temayang, Kecamatan Bubulan dan Kecamatan Gondang. Pada biomassa sedang dominan tersebar di Kecamatan Dander, dan Kecamatan Ngasem. Sedangkan biomassa rendah dominan tersebar di Kecamatan Dander, Kecamatan Bubulan dan Kecamatan Gondang.

Tabel 4.20 luas kelas biomassa pada tahun 2014

No	Nama Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Biomassa tinggi	5.783,66	14,001
2	Biomassa sedang	15.961,13	38,638
3	Biomassa rendah	19.564,21	47,361
<b>Total</b>		<b>41.309,00</b>	<b>100</b>

Pada tabel 4.20, kelas biomassa rendah mempunyai luas yang paling besar yaitu 19.564,21Ha, dan kelas biomassa tinggi mempunyai luas yang paling sedikit yaitu 5.783,66Ha. Sedangkan untuk pola persebaran masing – masing kelas, pada biomassa tinggi dominan tersebar di KecamatanKedungadem, dan Kecamatan Sugihwaras. Pada biomassa sedang dominan tersebar di Kecamatan Temayang,Kecamatan Bubulan, Kecamatan Ngambon, dan Kecamatan Gondang. Sedangkan biomassa rendah dominan tersebar di Kecamatan Dander, dan Kecamatan Ngasem.

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat tarik kesimpulan yaitu :

- a. Pola persebaran biomassa tinggi yang ada di KPH Bojonegoro dominan tersebar di Kecamatan Kedungadem, Sugihwaras, Temayang dan Kecamatan Bubulan. Pada biomassa sedang dominan tersebar di Kecamatan Ngambon dan Kecamatan Gondang. Sedangkan biomassa rendah terdapat pada Kecamatan Dander, Ngasem, dan Kecamatan Gondang.
- b. Hubungan indeks vegetasi (*NDVI*) dengan nilai Biomassa di lapangan berkorelasi positif yaitu dengan nilai  $r$  sebesar 0,9634.
- c. Biomassa pada tahun 2012 yaitu sebesar 203,874 ton/ha, pada tahun 2013 sebesar 242,493 ton/ha, dan pada tahun 2014 yaitu sebesar 283,687 ton/ha.
- d. Total biomassa hutan pada tahun 2012 sampai tahun 2013 berdasarkan luas hutan produksi mengalami peningkatan, pada tahun 2012 berdasarkan luas hutan produksi yaitu sebesar 10.008.623,18 ton. Pada tahun 2013 yaitu sebesar 11.904.514,85 ton, sedangkan pada tahun 2014 yaitu sebesar 11.718.826,28 ton.



## 5.2 Saran

Dari pelaksanaan penelitian ini saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

- a. Dalam pemilihan citra untuk evaluasi harus pada bulan yang sama sehingga tidak terdapat perbedaan nilai *NDVI* yang terlalu jauh.
- b. Untuk perolehan perhitungan biomassa berdasarkan nilai *NDVI* yang lebih baik seharusnya dalam pemilihan citra yang digunakan harus bebas dari awan atau menggunakan citra yang beresolusi tinggi karena dapat berpengaruh pada hasil perhitungan.
- c. Metode yang digunakan sebaiknya menggunakan metode pemanenan langsung sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat.
- d. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk bahan masukan untuk instansi terkait terutama untuk perhutani agar dapat mengetahui kandungan biomassa yang terdapat pada hutan sehingga dapat mengetahui seberapa besar potensi produksi hutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- USGS. 2015. <URL: [http://Landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_Landsat\\_satellites.php](http://Landsat.usgs.gov/band_designations_Landsat_satellites.php)>. Dikunjungi tanggal 18 Januari 2015, jam 11:32.
- Brown, Sandra. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. (FAO Forestry Paper - 134). FAO, Rome.
- Brown, S., J. Sathaye., M. Canel and P.Kauppi. 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management, Commonwealth Forestry Review 75:80-91.
- BSN [Badan Standardisasi Nasional]. 2011. SNI 7724 - Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (ground based forest carbon accounting). *Standard Nasional Indonesia*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN [Badan Standardisasi Nasional]. 2011. SNI 7725 - Penyusunan Persamaan Allometrik untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasar Pengukuran Lapangan (ground based forest carbon accounting). *Standard Nasional Indonesia*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Church VA. 1983. Manual of Remote Sensing. New York: American Society Of Photogrametry.
- Clark, David A., et al. (2003). "Tropical Rain Forest Tree Growth and Atmospheric Carbon Dynamics Linked to Interannual Temperature Variation During 1984-2000." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 5852-57.
- Dahlan. 2003. Estimasi Tegakan Karbon Acasia Mangium menggunakan Citra Landsat ETM+ dan SPOT-5 Studi kasus di BPKH Parung Panjang KPH Bogor. Laporan Tugas Akhir. Bogor: Program Studi Ilmu Kehutanan IPB.

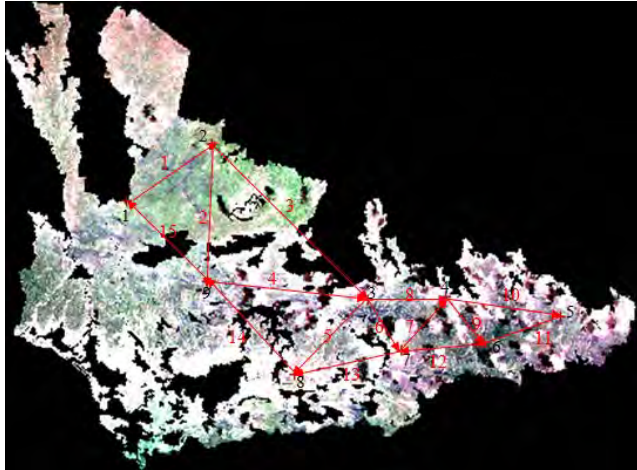
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital : “Teori dan aplikasinya dalam bidang Penginderaan Jauh”. Fakultas Geografi UGM : Yogyakarta.
- Departemen Kehutanan. 1999. Undang – undang kehutanan Pasal 1 Ayat (1) Nomor 41.
- Dharmawan, I. W. S dan C. A. Siregar. 2008. “Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Di Ciasem, Purwakarta”. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, V(4):317-328.
- Dodi, S. dan Elfa, D. 2008. “Analisis Indeks Vegetasi menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS”. Jurnal Penginderaan Jauh, Jakarta : Universitas Indonesia.
- Dykstra, D.P. and R Heinrich. 1995. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice FAO, Rome. Italy. 117 p.
- Hairiah, K dan S. Rahayu. 2007. *Pengukuran “Karbon Tersimpan” Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Hairiah, K, dkk. 2004. “Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: Ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah”. Jurnal Agrivita Vol 26 No.(1): 75-88.
- Hendra, S. 2002. Model pendugaan biomassa pohon pinus (*Pinus merkusii*) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur PT.Perhutani Unit III Jawa Barat. Laporan Tugas Akhir Fakultas Kehutanan IPB.
- Hidayati Iswari Nur. 2013. “Ekstraksi data indeks vegetasi untuk evaluasi ruang terbuka hijau berdasarkan citra alos di kecamatan ngaglik kabupaten sleman Yogyakarta”: Jurnal Agroteknologi Vol. 3 No. 2, Februari 2013:27-34.
- Ismullah, I. H. 2011. “Perkembangan Radar dalam Penginderaan Jauh”. Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia, 1-24.
- Jaya. I.N.S. 2002. Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Bandung : Laboratorium Inventarisasi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

- Kemenhut. 2007. Pedoman Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) pada Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan pada Hutan Produksi.
- Kettering, Q. M., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau. C. A. Palm. 2001. "Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests". Forest Ecology and Management. Elsevier.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. New York.: John Wiley&Son, Inc.
- Lillesand T.M., Kiefer R.W., dan Chipman J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition. New York : John Wiley & Sons.
- Lo dan Choi. 2004. "Pemanfaatan Citra Satelit Landsat ETM+ untuk Pemetaan Penutup Lahan/Penggunaan Lahan". Penelitian di Atlanta, Negara Bagian Georgia, Amerika Serikat.
- Loetsch dan Haller, 1964. "Forest Inventory". Volume 1. BLV Verlagsgesellschaft Munchen Basel Wien. P 436
- Lu, D., (2006). "The Potential and Challenge of Remote Sensing-based Biomass Estimation". Jurnal Penginderaan Jauh 27(7): 1297 – 1328.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2004. Relationships between forest stand parameters and Landsat TM spectral responses in the Brazilian Amazon Basin. Forest Ecology and Management.
- Parresol, B. 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. Forest Science 45, 573-593.
- Purwadhi, F. H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia
- Rahmawaty. 2004. "Hutan fungsi dan peranannya bagi masyarakat". Program Ilmu Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. USU digital library.

- Ryan L. 1997. Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image Using MultiSpec. University of New Hampshire.
- Sari, Vivi D.2013. Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro). Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Satoo, T. and Madgwick, H. A. I. 1982. "Forest Biomass". Martinus Publisher, Netherlands.
- Sitanggang, G. 2010. "Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8)". Berita Dirgantara 11, 2, 47-58.
- Sukojo, B. M. 2012. Penginderaan Jauh ( Dasar Teori dan Terapan ). Surabaya: ITS Press.
- Sutanto., 1986. Penginderaan Jauh, Jilid I dan II. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutaryo, Dandun. 2009. Perhitungan Biomassa: Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Buku Panduan. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.

## LAMPIRAN A

### Perhitungan Strength Of Figure (Sof)



Gambar Sebaran titik GCP dan Desain Jaring

Jumlah Baseline : 15  
 Jumlah Titik : 9  
 N Ukuran : Jumlah Baseline x 3 = 45  
 N Parameter : Jumlah Titik x 3 = 27  
 U : N Ukuran - N Parameter = 18

### **Persamaan**

N o	Persamaan
1	$V_1 + B_1 = X_2 - X_1$
2	$V_2 + B_2 = X_9 - X_2$
3	$V_3 + B_3 = X_3 - X_2$
4	$V_4 + B_4 = X_3 - X_9$
5	$V_5 + B_5 = X_8 - X_3$
6	$V_6 + B_6 = X_7 - X_3$
7	$V_7 + B_7 = X_4 - X_7$

8	$V_8 + B_8 = X_4 - X_3$
9	$V_9 + B_9 = X_6 - X_4$
10	$V_{10} + B_{10} = X_5 - X_4$
11	$V_{11} + B_{11} = X_6 - X_5$
12	$V_{12} + B_{12} = X_7 - X_6$
13	$V_{13} + B_{13} = X_8 - X_7$
14	$V_{14} + B_{14} = X_9 - X_8$
15	$V_{15} + B_{15} = X_1 - X_9$

Sehingga dari persamaan di atas diperoleh:

No	Persamaan
1	$V_1 = X_2 - X_1 - B_1$
2	$V_2 = X_9 - X_2 - B_2$
3	$V_3 = X_3 - X_2 - B_3$
4	$V_4 = X_3 - X_9 - B_4$
5	$V_5 = X_8 - X_3 - B_5$
6	$V_6 = X_7 - X_3 - B_6$
7	$V_7 = X_4 - X_7 - B_7$
8	$V_8 = X_4 - X_3 - B_8$
9	$V_9 = X_6 - X_4 - B_9$
10	$V_{10} = X_5 - X_4 - B_{10}$
11	$V_{11} = X_6 - X_5 - B_{11}$
12	$V_{12} = X_7 - X_6 - B_{12}$
13	$V_{13} = X_8 - X_7 - B_{13}$
14	$V_{14} = X_9 - X_8 - B_{14}$
15	$V_{15} = X_1 - X_9 - B_{15}$

Dimana matriks tersebut adalah persamaan dari :

$$\mathbf{V} = \mathbf{AX} - \mathbf{B}$$

Dimana:

V = Matriks residu

A = Matriks desain

B = Baseline

X = Titik kontrol tanah (GCP)

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \\ V_7 \\ V_8 \\ V_9 \\ V_{10} \\ V_{11} \\ V_{12} \\ V_{13} \\ V_{14} \\ V_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \\ X_{11} \\ X_{12} \\ X_{13} \\ X_{14} \\ X_{15} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \\ B_6 \\ B_7 \\ B_8 \\ B_9 \\ B_{10} \\ B_{11} \\ B_{12} \\ B_{13} \\ B_{14} \\ B_{15} \end{bmatrix}$$

Maka, diperoleh matriks desain sebagai berikut:








$$A = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$





Dengan demikian, nilai *Strength of Figure* (SoF) nya adalah sebagai berikut:

$$\text{SoF} = \frac{(\text{Trace}[A \times AT] - 1)}{u} = 0.1962$$

**LAMPIRAN B**  
**Dokumentasi Sampel Berdasarkan Kerapatan Vegetasi**

Tanggal Survei : 26 – 31 Desember 2014  
 Surveyor : Titik Wijayanti

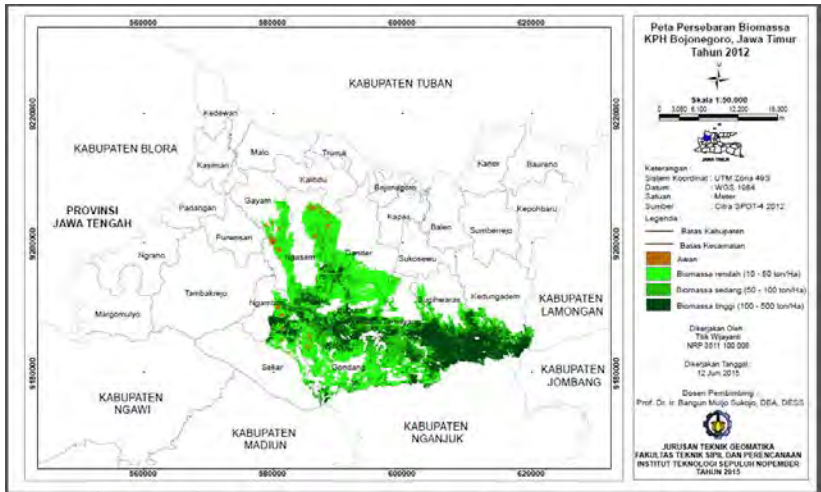
No	Koordinat (UTM)	Keterangan	Dokumentasi
1	(586350 ; 9192848)	Kelas Jarang	
2	(592065 ; 9196657)	Kelas Jarang	
3	(591720 ; 9187484)	Kelas Sedang	
4	(597593 ; 9181275)	Kelas Sedang	
5	(602461 ; 9186220)	Kelas Rapat	

6	(604733 ; 9182947)	Kelas Jarang	
7	(607678 ; 9186463)	Kelas Sedang	
8	(609658 ; 9183328)	Kelas Rapat	
9	(615360 ; 9185136)	Kelas Rapat	

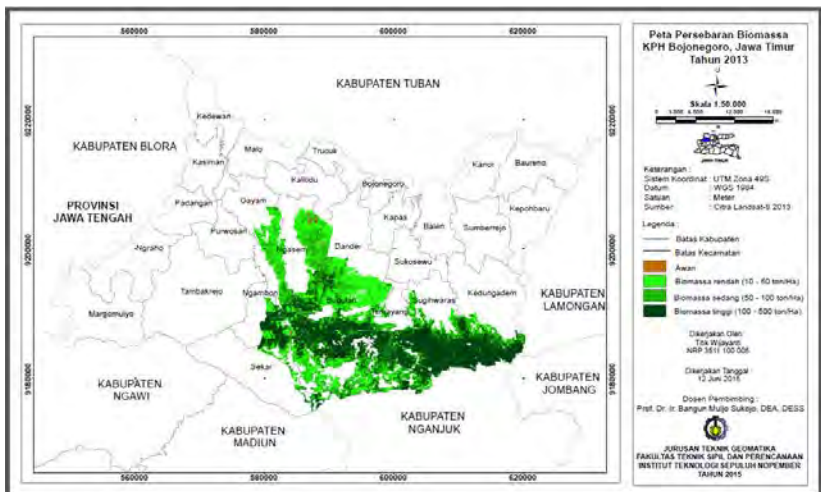


## LAMPIRAN C

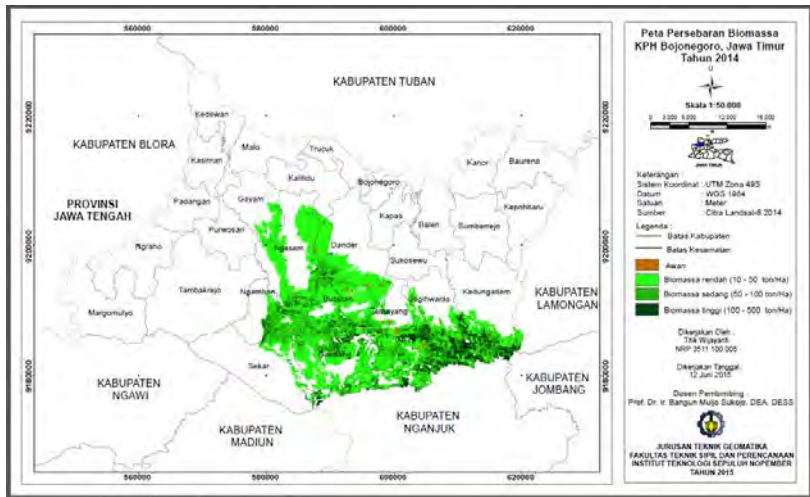
### PETA PERSEBARAN BIOMASSA



Gambar Peta Persebaran Biomassa KPH Bojonegoro, tahun 2012



Gambar Peta Persebaran Biomassa KPH Bojonegoro, tahun 2013



Gambar Peta Persebaran Biomassa KPH Bojonegoro, tahun 2014

## LAMPIRAN D

Data Diameter Setinggi Dada dan Tinggi Pohon  
 Hutan Produksi KPH Bojonegoro  
 dari Pengukuran Lapangan

### A. Kelas Jarang

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	7,6	5	(592065 ; 9196657)
2	Jati	6,4	4,2	
3	Jati	8,2	5,1	
4	Jati	7,2	4,8	
5	Jati	8,3	5,2	
6	Jati	8,5	5,5	
7	Jati	7,1	4,8	
8	Jati	8,4	5,3	

9	Jati	7,4	4,9
10	Jati	7,5	4,9
11	Jati	7,5	4,9
12	Jati	7,2	4,8
13	Jati	7,3	4,8
14	Jati	7,5	4,9
15	Jati	8,2	5,1
16	Jati	7,6	5
17	Jati	7,5	4,9
18	Jati	7,8	5
19	Jati	7,4	4,9
20	Jati	3,9	2,8
21	Jati	9,2	5,6
22	Jati	7,7	5
23	Jati	7,1	4,8
24	Jati	7,4	4,8
25	Jati	6,5	4,3
26	Jati	5,4	3,3
27	Jati	7,2	4,7
28	Jati	9,3	5,6
29	Jati	9,7	5,8
30	Jati	8,4	5,3
31	Jati	9,3	5,6
32	Jati	8,7	5,5
33	Jati	7,3	4,8
34	Jati	10,1	6,1
35	Jati	9,2	5,6
36	Jati	9,5	5,7
37	Jati	8,6	5,4
38	Jati	8,4	5,3
39	Jati	7,5	4,9
40	Jati	7,4	4,8
41	Jati	8,3	5,1
42	Jati	6,3	4,2

43	Jati	4,2	3
44	Jati	6,7	4,5
45	Jati	7,9	4,9
46	Jati	10,5	6,4
47	Jati	10,3	6,3
48	Jati	6,4	4,2
49	Jati	9,2	5,6
50	Jati	8,3	5,1
51	Jati	4,4	3,1
52	Jati	6,2	4,2
53	Jati	6,7	4,5
54	Jati	7,3	4,8
55	Jati	9,5	5,7
56	Jati	7,4	4,8
57	Jati	8,6	5,4
58	Jati	8,4	5,2
59	Jati	7,8	4,9

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	9,2	5,6	(586350 ; 9192848)
2	Jati	9,8	5,9	
3	Jati	9,5	5,7	
4	Jati	9,3	5,6	
5	Jati	7,2	4,8	
6	Jati	8,4	5,3	
7	Jati	10,1	6,1	
8	Jati	10,2	6,1	
9	Jati	7,5	4,9	
10	Jati	9,3	5,6	
11	Jati	9,4	5,7	
12	Jati	9,3	5,6	
13	Jati	6,2	4,2	
14	Jati	8,4	5,3	



15	Jati	5,8	3,4
16	Jati	4,6	3,1
17	Jati	5,6	3,3
18	Jati	6,5	4,3
19	Jati	5,3	3,2
20	Jati	7,5	4,9
21	Jati	8,5	5,3
22	Jati	7,6	5
23	Jati	5,1	3,2
24	Jati	8,5	5,3
25	Jati	9,7	5,8
26	Jati	7,3	4,8
27	Jati	9,4	5,6
28	Jati	7,6	4,9
29	Jati	6,6	4,4
30	Jati	8,1	5,1
31	Jati	7,2	4,8
32	Jati	10,4	6,3
33	Jati	10,6	6,4
34	Jati	6,7	4,5
35	Jati	9,7	5,9
36	Jati	6,4	4,2
37	Jati	9,7	5,9
38	Jati	9,4	5,7
39	Jati	9,8	5,9
40	Jati	7,5	4,9
41	Jati	8,3	5,3
42	Jati	7,4	4,9
43	Jati	8,4	5,3
44	Jati	7,7	4,9
45	Jati	6,4	4,2
46	Jati	6,2	4,2
47	Jati	7,3	4,8
48	Jati	5,6	3,3

49	Jati	7,5	4,9
50	Jati	7,8	5
51	Jati	5,7	3,4
52	Jati	7,2	4,7
53	Jati	7,6	4,9
54	Jati	6,8	4,5
55	Jati	8,3	5,1
56	Jati	10,8	6,4

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	6,5	4,4	(604733 ; 9182947)
2	Jati	9,7	5,8	
3	Jati	8,4	5,3	
4	Jati	9,5	5,7	
5	Jati	9,6	5,9	
6	Jati	8,5	5,3	
7	Jati	8,7	5,5	
8	Jati	8,2	5,1	
9	Jati	9,2	5,6	
10	Jati	10,4	6,3	
11	Jati	6,2	4,2	
12	Jati	5,4	3,3	
13	Jati	4,8	3,1	
14	Jati	8,3	5,2	
15	Jati	7,5	4,9	
16	Jati	9,7	5,8	
17	Jati	7,1	4,7	
18	Jati	9,2	5,6	
19	Jati	8,5	5,3	
20	Jati	8,5	5,3	
21	Jati	9,6	5,9	
22	Jati	9,5	5,7	

23	Jati	7,2	4,8
24	Jati	9,5	5,7
25	Jati	7,4	4,9
26	Jati	7,1	4,8
27	Jati	6,4	4,2
28	Jati	8,5	5,3
29	Jati	9,2	5,6
30	Jati	7,3	4,8
31	Jati	8,6	5,4
32	Jati	6,5	4,3
33	Jati	9,9	5,9
34	Jati	7,3	4,8
35	Jati	8,4	5,3
36	Jati	8,5	5,3
37	Jati	5,6	3,3
38	Jati	8,8	5,5
39	Jati	6,5	4,3
40	Jati	9,7	5,9
41	Jati	8,7	5,5
42	Jati	5,5	3,4
43	Jati	8,5	5,3
44	Jati	7,3	4,8
45	Jati	7,3	4,7
46	Jati	9,1	5,6
47	Jati	6,5	4,3
48	Jati	10,3	6,1
49	Jati	8,2	5,1
50	Jati	6,8	4,5
51	Jati	7,6	4,9
52	Jati	8,4	5,3
53	Jati	7,2	4,7
54	Jati	5,2	3,1
55	Jati	7,5	4,9
56	Jati	5,6	3,3

57	Jati	7,8	5
58	Jati	7,5	4,9
59	Jati	5,8	3,4
60	Jati	7,3	4,8
61	Jati	6,2	4,2

#### B. Kelas Sedang

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Mahoni	9,8	5,9	(607678 ; 9186463)
2	Mahoni	14,7	7,6	
3	Mahoni	13,4	7,1	
4	Jati	10,5	6,2	
5	Jati	18,3	8,8	
6	Jati	11,2	6,5	
7	Jati	12,4	6,9	
8	Jati	9,6	5,8	
9	Jati	9,5	5,7	
10	Jati	9,5	5,7	
11	Jati	10,3	6,3	
12	Jati	8,7	5,6	
13	Jati	10,4	6,2	
14	Jati	9,2	5,5	
15	Jati	9,6	5,8	
16	Jati	9,7	5,9	
17	Jati	10,5	6,2	
18	Jati	9,4	5,6	
19	Jati	8,2	5,1	
20	Jati	8,5	5,4	
21	Jati	15,7	7,9	
22	Jati	15,5	7,6	
23	Jati	12,3	6,8	
24	Jati	9,4	5,7	

25	Jati	10,5	6,3
26	Jati	11,4	6,7
27	Jati	8,7	5,5
28	Jati	12,6	6,9
29	Jati	9,8	6
30	Jati	10,7	6,3
31	Jati	11,5	6,7
32	Jati	8,5	5,4
33	Jati	14,9	7,7
34	Jati	12,4	6,9
35	Jati	9,2	5,5
36	Jati	10,2	6,1
37	Jati	9,7	5,9
38	Jati	10,6	6,2
39	Jati	10,4	6,2
40	Jati	9,2	5,5
41	Jati	11,5	6,7
42	Jati	9,7	5,9
43	Jati	10,5	6,3
44	Jati	8,3	5,2
45	Jati	11,2	6,5
46	Jati	9,5	5,7
47	Jati	8,6	5,5
48	Jati	9,9	6,1
49	Jati	9,3	5,9
50	Jati	15,4	7,7
51	Jati	8,6	5,5
52	Jati	9,5	5,7
53	Jati	8,7	5,5
54	Jati	15,6	7,8
55	Jati	9,2	5,6
56	Jati	8,7	5,2
57	Jati	12,1	6,9
58	Jati	11,2	6,5

59	Jati	12,3	6,8
60	Jati	9,7	5,9
61	Jati	10,1	6,2
62	Jati	8,2	5,1
63	Jati	11,1	6,5
64	Jati	8,3	5,2
65	Jati	12,2	6,7
66	Jati	7,8	4,9
67	Jati	7,3	4,7
68	Jati	8,1	5,1

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	jati	14,2	7,5	(591720 ; 9187484)
2	jati	12,1	6,9	
3	jati	8,5	5,4	
4	jati	13,3	7,1	
5	jati	16,7	8,5	
6	jati	20,1	9,6	
7	jati	19,2	9,2	
8	jati	14,6	7,5	
9	jati	13,4	7,1	
10	Mahoni	18,3	8,8	
11	jati	9,8	5,9	
12	jati	12,1	6,9	
13	jati	16,2	8,2	
14	jati	15,5	7,6	
15	jati	11,3	6,6	
16	jati	15,2	7,5	
17	jati	9,3	5,6	
18	jati	14,1	7,4	
19	jati	12,3	6,9	
20	jati	11,2	6,5	
21	jati	12,6	7	

22	jati	5,7	3,8
23	jati	6,5	4,1
24	Mahoni	15,2	7,4
25	Mahoni	7,9	4,9
26	jati	5,6	3,7
27	jati	12,6	7,1
28	jati	5,9	4,2
29	jati	7,6	4,9
30	jati	11,3	6,6
31	jati	8,6	5,5
32	jati	4,3	3,1
33	jati	9,2	5,5
34	jati	16,3	8,2
35	jati	10,8	6,4
36	jati	13,4	7,1
37	jati	7,2	4,7
38	jati	12,2	6,8
39	jati	11,5	6,5
40	jati	5,4	3,3
41	jati	12,1	6,7
42	jati	7,5	4,8
43	jati	12,7	6,9
44	jati	7,2	4,7
45	jati	10,2	6,2
46	jati	10,7	6,4
47	jati	12,7	6,8
48	jati	9,8	5,9
49	jati	10,6	6,2
50	jati	11,2	6,5
51	jati	12,1	6,8
52	jati	9,8	5,9
53	jati	9,4	5,6
54	jati	9,5	5,7
55	jati	8,5	5,4

56	jati	7,8	4,9
57	jati	7,3	4,7
58	jati	6,6	4,5
59	jati	8,8	5,5
60	jati	8,3	5,2
61	jati	8,9	5,5
62	jati	10,2	6,2

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	6,5	4,1	(597593 ; 9181275)
2	Jati	10,3	6,2	
3	Jati	10,4	6,3	
4	Jati	8,5	5,4	
5	Jati	13,7	7,4	
6	Jati	7,2	4,7	
7	Jati	9,6	5,8	
8	Jati	10,3	6,2	
9	Jati	9,2	5,6	
10	Jati	14,3	7,3	
11	Jati	8,2	5,3	
12	Jati	13,7	7,3	
13	Jati	8,9	5,5	
14	Jati	14,5	7,6	
15	Jati	6,7	4,3	
16	Jati	9,2	5,6	
17	Jati	12,7	6,9	
18	Jati	11,6	6,7	
19	Jati	10,8	6,3	
20	Jati	9,8	5,8	
21	Jati	5,9	4,3	
22	Jati	13,4	7,1	
23	Jati	9,9	5,9	
24	Jati	13,6	7,3	



25	Jati	9,8	5,8
26	Jati	13,7	7,3
27	Jati	15,6	7,9
28	Jati	9,5	5,7
29	Jati	15,4	7,5
30	Jati	12,2	6,9
31	Jati	10,4	6,2
32	Jati	12,4	6,9
33	Jati	9,7	5,8
34	Jati	15,3	7,7
35	Jati	10,1	6,1
36	Jati	9,5	5,8
37	Jati	7,8	4,9
38	Jati	10,2	6,5
39	Jati	9,3	5,5
40	Jati	13,5	7,3
41	Jati	10,5	5,9
42	Jati	11,9	6,5
43	Jati	7,6	4,8
44	Jati	9,2	5,2
45	Jati	11,4	6,4
46	Jati	13,1	7,1
47	Jati	7,8	4,9
48	Jati	14,7	7,4
49	Jati	8,6	5,7
50	Jati	6,3	4,1
51	Jati	10,2	6,1
52	Jati	10,8	6,4
53	Jati	12,7	6,9
54	Jati	12,5	6,7
55	Jati	11,8	6,6
56	Jati	9,5	5,6
57	Jati	14,4	7,4
58	Jati	11,2	6,3

59	Jati	10,9	6,1
60	Jati	12,3	6,7
61	Jati	9,3	5,5
62	Jati	10,2	6,1
63	Jati	11,1	6,2
64	Jati	8,7	5,5
65	Jati	12,8	6,9
66	Jati	10,9	6,4

### C. Kelas Rapat

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	19,2	9,4	(615360 ; 9185136)
2	Jati	11,9	7,1	
3	Jati	23,6	11,6	
4	Jati	12,5	7,2	
5	Jati	13,8	7,5	
6	Jati	17,2	8,2	
7	Jati	18,2	8,9	
8	Jati	15,5	7,9	
9	Jati	9,7	5	
10	Jati	12,4	7,2	
11	Jati	14,3	7,7	
12	Jati	5,9	3,8	
13	Jati	21,6	10,8	
14	Jati	16	8,6	
15	Jati	18,2	9,5	
16	Jati	11,8	6,9	
17	Jati	14,4	7,6	
18	Jati	18,5	9,8	
19	Jati	13,1	7,1	
20	Jati	14,7	8,1	
21	Jati	17,3	9,2	
22	Jati	16,2	8,3	

23	Mahoni	23,6	11,5
24	Jati	13,2	7,2
25	Jati	13,7	7,4
26	Mahoni	24,3	12,7
27	Mahoni	25,9	14,2
28	Jati	22,1	10,4
29	Jati	12,5	6,5
30	Jati	18	8,2
31	Jati	19,7	9,5
32	Jati	14,2	7,6
33	Jati	12,8	6,3
34	Jati	16,4	7,9
35	Mahoni	24,2	12,7
36	Jati	14,4	7,7
37	Jati	18,3	7,6
38	Jati	15,7	7,9
39	Jati	20,5	9,8
40	Jati	14,3	7,7
41	Jati	16,9	7,9
42	Jati	12,6	6,2
43	Jati	12,1	6
44	Jati	14,7	7,9
45	Jati	12,5	6,5
46	Jati	14,8	7,9
47	Jati	11,3	5,9
48	Jati	13,3	6,4
49	Jati	20,9	9,9
50	Jati	9	4,6
51	Jati	20,6	9,8
52	Jati	9,2	4,9
53	Mahoni	27,1	12,2
54	Jati	9,4	5,3
55	Jati	15,8	8,2
56	Jati	20,4	9,7

57	Jati	12,3	6,4
58	Jati	15,5	8
59	Jati	14,4	7,5
60	Jati	18,4	9,2
61	Jati	9,2	5
62	Jati	19,2	9,3
63	Jati	21,3	10,2
64	Jati	14,8	7,3
65	Jati	13,7	6,5
66	Jati	19,4	8,9
67	Jati	22,2	10,5
68	Jati	15,6	8,1
69	Jati	11,5	6,3
70	Jati	16,3	8,4
71	Jati	13,2	6,3

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	10,2	5,9	(602461 ; 9186220)
2	Jati	14,5	7,7	
3	Jati	16,5	8,5	
4	Jati	13,7	6,4	
5	Jati	14,9	7,9	
6	Jati	20,5	9,9	
7	Mahoni	30,1	15,2	
8	Jati	15,7	7,9	
9	Mahoni	25,2	13,1	
10	Jati	15,9	7,1	
11	Jati	19,2	9,4	
12	Jati	20,6	9,8	
13	Jati	17,7	8,6	
14	Jati	12,8	6,3	
15	Mahoni	22,5	10,5	

16	Jati	13,4	6,3
17	Jati	16,3	8,4
18	Jati	22,1	10,4
19	Jati	15,7	7,1
20	Jati	12,8	6,2
21	Jati	10,6	5,9
22	Jati	11,5	6,1
23	Mahoni	21,8	10,8
24	Jati	16,4	8,5
25	Jati	16,2	8,3
26	Jati	14,7	7,8
27	Jati	13,6	6,7
28	Jati	17,7	8,6
29	Jati	13,8	6,5
30	Jati	13,1	6,1
31	Jati	12,3	5,9
32	Jati	18,9	9,2
33	Jati	16,9	8,5
34	Jati	10,9	5,8
35	Jati	20,8	9,8
36	Mahoni	23,7	12,6
37	Jati	19,4	9,3
38	Jati	17,5	8,1
39	Jati	9,7	5,1
40	Jati	16,9	7,9
41	Jati	13,6	6,2
42	Jati	18,2	8,9
43	Jati	11,9	6,1
44	Jati	12,3	6,3
45	Jati	10,5	5,8
46	Jati	13,2	6,6
47	Jati	20,2	9,6

48	Jati	11,4	6
49	Jati	14,6	6,8
50	Jati	12,5	6
51	Jati	17,3	8,3
52	Jati	14,8	7,9
53	Jati	11,5	5,9
54	Jati	12,6	6,6
55	Jati	28,4	14,3
56	Jati	14,6	7,7
57	Jati	13,4	6,2
58	Jati	14,7	7,9
59	Jati	12,3	5,9
60	Mahoni	21,7	10,7
61	Jati	16,3	8,2
62	Jati	18,2	8,9
63	Jati	20,8	9,8
64	Jati	17,6	8,5
65	Mahoni	28,2	14,3
66	Jati	18,4	9,1

No	Nama Pohon	Diameter Setinggi Dada (Cm)	Tinggi Pohon (m)	Koordinat
1	Jati	9,9	5,9	609658;91833 28
2	Jati	13,9	7,2	
3	Jati	9,6	5,8	
4	Jati	9,5	5,6	
5	Jati	16,7	8,7	
6	Jati	14,5	7,2	
7	Jati	13,6	7	
8	Jati	10,8	6,4	
9	Jati	9,3	5,5	
10	Jati	15,5	7,6	
11	Jati	17,5	8,7	

12	Jati	12,4	6,2
13	Jati	9,8	5,9
14	Jati	11,6	6,9
15	Jati	9,7	5,8
16	Jati	18,2	8,9
17	Jati	15,3	7,5
18	Jati	10,3	6,5
19	Jati	9,6	5,9
20	Jati	9,4	5,8
21	Jati	15,7	7,1
22	Jati	11,3	6,1
23	Jati	15,5	7,1
24	Jati	13,1	6,9
25	Jati	12,5	6,2
26	Jati	9,4	5,5
27	Jati	21,5	10,2
28	Jati	11,2	6,2
29	Jati	9,8	5,4
30	Jati	9,7	5,6
31	Jati	8,2	4,6
32	Jati	10,1	5,7
33	Jati	13,2	6,3
34	Jati	9,6	5,9
35	Jati	15,4	7,4
36	Jati	15,7	7,6
37	Jati	13,5	6,6
38	Jati	10,6	5,9
39	Jati	17,7	8,5
40	Jati	18,4	8,9
41	Jati	9,7	5,6
42	Jati	11,2	6,2
43	Jati	13,3	6,5
44	Jati	8,4	4,9
45	Jati	10,1	5,9

46	Jati	17,2	8,1
47	Jati	12,9	6,6
48	Jati	13,2	6,9
49	Jati	13,5	7,1
50	Jati	11,1	6,1
51	Jati	14,7	7,6
52	Jati	14,6	7,5
53	Jati	11,6	6,5
54	Jati	16,5	8,1
55	Mahoni	27,4	13,7
56	Jati	10,8	5,9
57	Jati	18,2	8,9
58	Jati	9	5,5
59	Mahoni	30,2	15,2
60	Jati	12,4	6,2
61	Jati	22,5	10,5
62	Jati	26,2	13,2
63	Jati	18,6	8,9
64	Mahoni	23,6	12,5
65	Jati	21,8	11,8
66	Jati	22,4	12,3
67	Jati	12,7	6,5
68	Jati	15,5	7,7
69	Jati	15,7	7,8
70	Jati	18,3	8,9
71	Mahoni	33,2	17,2
72	Mahoni	35,1	18,6
73	Jati	20,4	10,2
74	Mahoni	31,5	16,3



***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***

## BIODATA PENULIS



Titik Wijayanti, dilahirkan di Bojonegoro, 17 April 1993. Anak pertama dari dua bersaudara, telah menempuh pendidikan formal di MI Muhammadiyah 3 Cangaan, SMP Negeri 1 Sumberrejo dan SMK N 4 Bojonegoro Jurusan Teknik Geologi Pertambangan. Setelah lulus dari SMK Penulis memilih melanjutkan kuliah S-1 Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS Tahun 2011 melalui jalur PMDK

Berbeasiswa, dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3511100005. Selama menjadi mahasiswa S-1 penulis aktif dalam kegiatan Seminar dan Forum Komunikasi Ilmiah yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS dan pernah mengikuti Seminar Internasional. Penulis aktif menjadi panitia maupun peserta dalam seminar ilmiah. Penulis juga aktif menjadi anggota di Organisasi Jurusan, yaitu HIMAGE-ITS. Kemudian juga pernah menjadi anggota Departemen Dalam Negeri di HIMAGE-ITS, dan menjadi wakil sekretaris Departemen Sosial di HIMAGE-ITS selama 1 kepengurusan. Untuk menyelesaikan Studi S-1 Teknik Geomatika FTSP-ITS, Penulis memilih bidang keahlian Geospasial yaitu Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*).

***“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”***